昭和40年6月3日　第三種郵便物認可　平成11年9月10日発行（毎月1回10日発行）富士時報　第72巻　第9号（通巻第774号）

ISSN 0367-3332

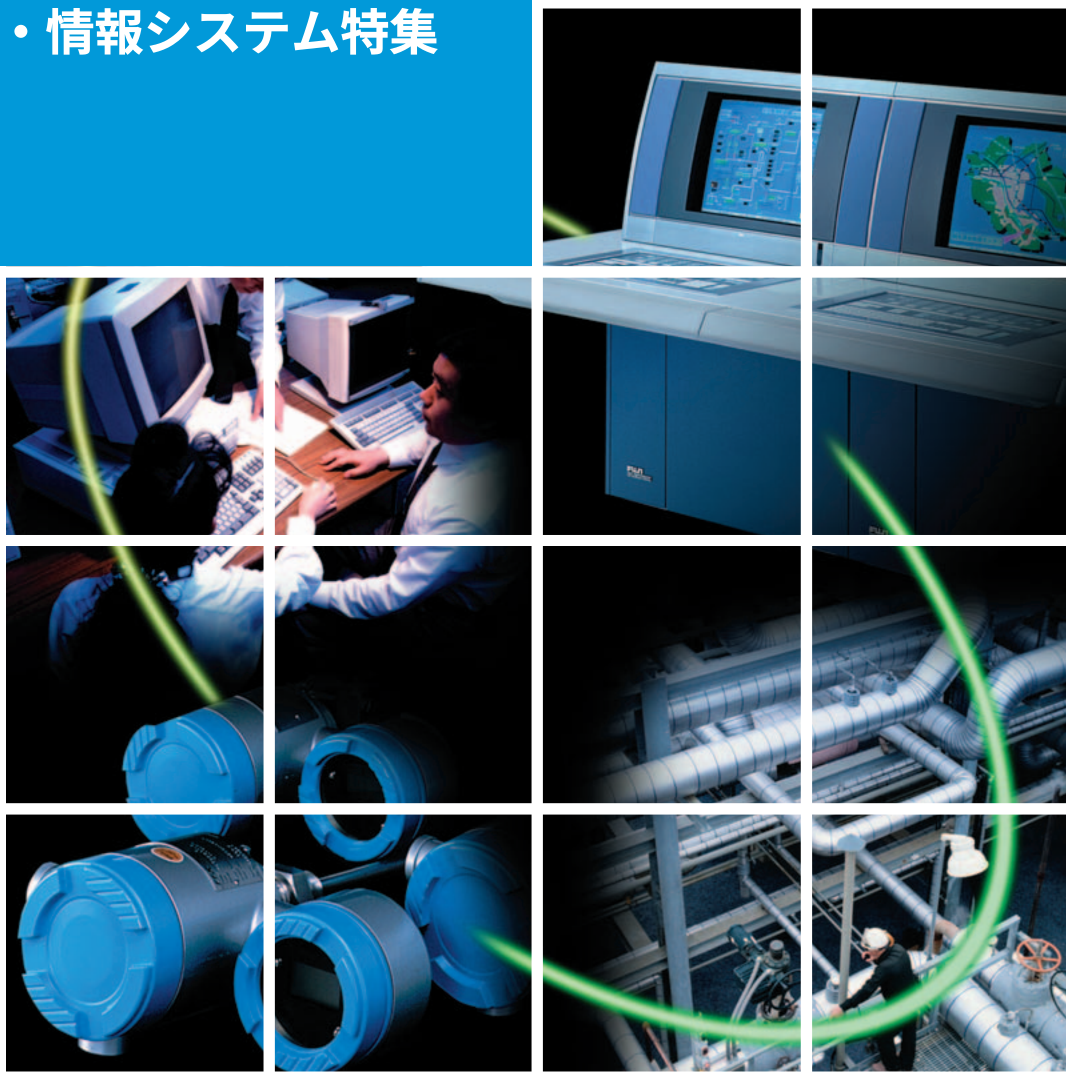
富士時報

FUJI ELECTRIC JOURNAL

9

1999 VOL.72

計測・制御・情報システム特集



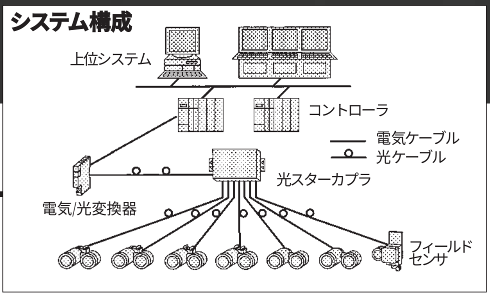
FUJI ELECTRIC

聞こえてきますか、技術の鼓動。――富士電機

FUJI ELECTRIC

プラント制御は次世代へ，
国際標準の光フィールドバス，
いよいよ実用化ステージへ!!

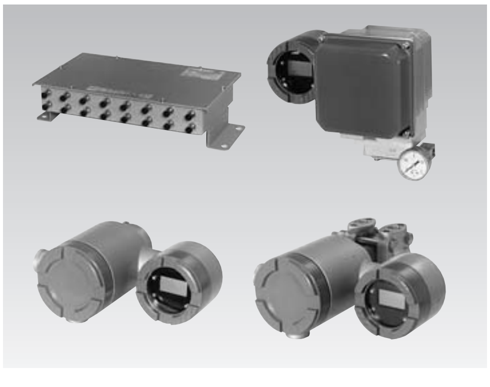
ノイズ，落雷に強いプラント制御を実現。



■富士電機が提唱する光フィールドバスシステム。

プラントの現場に分散しているセンサ類と制御システムをディジタル通信で結ぶ「フィールドバス」は従来のアナログ伝送に比べ，制御に必要なより多くの情報を交換することができます。なかでも光信号を用いた，「光フィールドバス」は外部ノイズや雷に強く，次世代のプラント制御システムとして脚光を浴びています。

富士電機が提案する光フィールドバスシステム**FFX**は情報制御システムの信頼性の向上と，トータルコストの削減に貢献します。



富士電機の光フィールドバスシステム

お問合せ先：電機システムカンパニー 情報制御システム事業部 電話（042）585-6040

富士時報

FUJI ELECTRIC JOURNAL

9

1999 VOL.72

計測・制御・情報システム特集

目　次

ホームオートメーションと計測制御　472（2）
古田　勝久

計測・制御・情報システムの動向と展望　473（3）
福本　武也・白川　順一

オープン統合化分散監視制御システム　476（6）
赤松　和彦・森　孝一・園村　泰彦

分散形制御システム「MICREX」における R ビジネスの展開　482（12）
早川　広明・後藤　将直・野坂　聡

光フィールドバスシステム「FFX」の展開と適用　485（15）
松平　竹央

新形マルチループプロセスコントローラ　490（20）
松尾　直之

大気汚染監視用小形赤外線ガス分析装置　494（24）
杉本　啓介・宇野　正裕

食品製造業ソリューション　498（28）
戸田　高道・石見　直俊

省エネルギーソリューション　503（33）
安東　伸彦・福田　英治・窪田　新一

バッチプラントの情報制御システム　508（38）
菅沼　利昭・御厨　隆

ごみ焼却処理・リサイクルシステム　512（42）
中谷　一彦

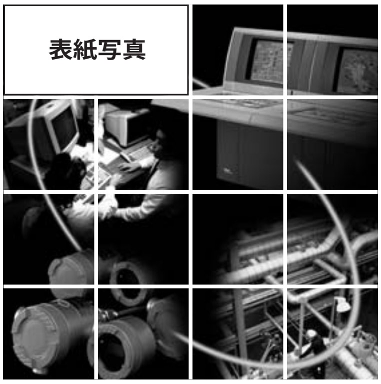
都市ガス業界向け防災・供給管理システム　516（46）
中川　昌文・城川　誠

フレキシブル無線ネットワークとエンジニアリングツール　521（51）
畠内　孝明・近藤　史郎

技術論文社外公表一覧　489（19），507（37），515（45）

最近登録になった富士出願　525（55）

表紙写真



プロセス産業界では長引く不況のなかで，新たな設備投資は控えて，既存設備のより効率的な運用，企業環境の変化に対する迅速な対応を図るべく，生産現場から経営管理に至るまで，全社的な情報システムの構築を求めている。

富士電機はこれにこたえて，最新のオープンな情報通信技術，サービス技術，ソフトウェア技術，ハードウェア技術の活用により最適なソリューションを提供している。

表紙写真は，最新のオープンな情報制御システムを用いた，プラント制御システムの構成例をイメージ的に表現したものである。

ホームオートメーションと計測制御

古田　勝久（ふるた　かつひさ）
東京工業大学教授 工学博士

戦後の日本は，自動化，省エネルギー化による生産性と品質の向上により，それまでの日本製と言うと粗悪品と言うイメージを拭い去り，科学技術の発展とともに国際的な地位を確立して来たサクセスストーリーの主人公の印象がある。この発展を担った産業界における計測制御技術の役割は一目おかれるべきである。しかし，最近の日本は，バブル崩壊後の不況と産業構造の急激な変化の直撃を受け，日本を支えてきた産業界が自信をなくし始めているのではないかと心配させられる。しかし，1億の国民がこの狭い国土で現在の生活レベルを落とさず暮らすには，科学技術の発展に依存するしかない。

計測制御は，これまでのプロセス制御では，空気式等のアナログ方式から，コンピュータを使用したディジタル方式，分散型ディジタル方式，更には情報通信機能，経営決定の支援機能まで含んだ計測制御系が開発される時代になって来たが，現在，元気が良い情報産業の舞台での計測制御の影が薄いと心配しているのは著者だけであろうか。制御機器メーカーがもっとこの分野で活躍して欲しいと考える。情報産業の発展段階では，コアメモリを使用した最初の実用的なコンピュータである MIT の「つむじ風」（Whirl Wind）の開発が，サーボ研究室から出発していたり，日本においても多くの制御研究者が，初期のコンピュータの研究を行ってきた。Finland の世界的な情報機器メーカーである Nokia も計測制御メーカーからの転身である。情報以外にも，計測制御に基づいて誕生した産業としては，ロボットがある。このように，計測制御研究者が新しい技術の開発に貢献して来たのは，計測制御が問題解決の学問として有効であるからと考えられる。

21世紀を迎えるにあたり，われわれは，これまでに経験したことのない高齢化社会を迎えようとしている。既に老人介護法等により，この動きが世間を賑わしている。一人娘と一人息子の結婚で，夫婦の両親４人の世話を期待される子供達は大変である。しかし介護人が十分確保出来るかどうかの問題を始め，多くの問題は，ホームオートメーションにより解決出来るのではないか。これまでの計測制御はどちらかというと産業を対象として来たが，これからは一般家庭を対象に含めるべきであり，情報通信機能を取り入れた介護用の生活福祉機器の応用開発は緊急を要する。これまでは力のフィードバック等を考えたバイラテラル型の遠隔制御機器の開発があまり行われて来なかったし，一般に使われることがなかった。しかし，研究の観点からすると，『計測と制御』の６月号「人と機械の知的協調システム」で書かれている多くの解説が計測制御の福祉分野での大きな可能性を示している。今後は，離れた子供達との遠距離テレビ電話を更に進め，自分の両親の介護を遠隔でするシステムの開発が期待される。

このような，先端技術を用いたシステム製品が有効に使われるためには，単に一企業が担当して出来る物ではなく，社会のシステムまで考慮して産学官が協力しなければならない。このような新しい産業を計測制御メーカーと学会が協力して創造して欲しい。産業界のイニシアチブを期待する。このように情報と計測制御に関連したシステムこそ21世紀の人類の諸問題を解決するために必要であり，計測制御技術者への要請は今後ますます多くなる事が予想される。計測制御に関連する企業と技術者の活躍を期待したい。

計測・制御・情報システムの動向と展望

福本　武也（ふくもと　たけや）　　白川　順一（しらかわ　じゅんいち）

1　まえがき

日本の景気は，個人消費の落込みにより悪化の一途をたどっており，民間設備投資は一段と減少している。1999年度の設備投資の当初計画は，２年連続してマイナスとなり，1998年度の実績見込みより約 10 %減少すると試算されている（日本経済新聞）。また，アジアの通貨危機に端を発したアジア経済の停滞は，世界的に広がり，世界のプラント建設は低迷化し，プロセス計測制御機器の伸長は期待できない状況である。

国内外経済のこの傾向は，今後も続くものと思われるが，計測・制御・情報システム分野は製品の高信頼性や競争力強化への要求，ハイテクノロジー製品の開発，環境問題対策投資などにより，情報分野へ移行しつつ安定した回復基調に乗ると予測される。

（社）日本電気計測器工業会の1998年12月の調査では，1999年から2002年までの民需分野における計測制御機器（制御システムを含む）の伸び率を年平均約４%としている。

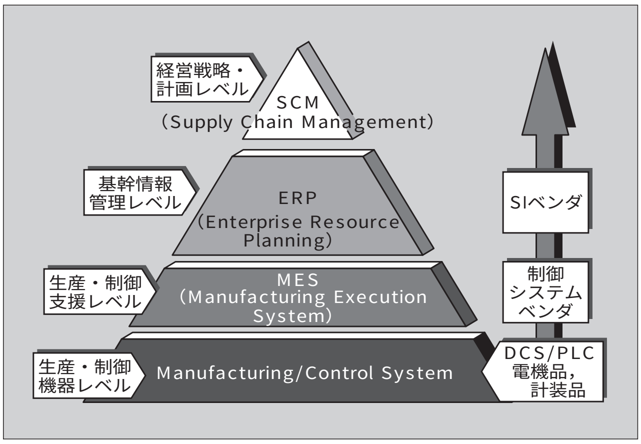
本稿では，市場動向を概観し，富士電機の情報・制御システムと計測機器の展開について説明する。

2　情報・制御システムの技術と市場動向

プロセス制御分野での市場動向としては，新設プラントの建設は少ないものの，製品競争力強化のための更新，合理化，能力増強など既存プラントの情報・制御システムの再構築が増加の方向にある。

システムの再構築を顧客側から見ると，国際競争力の維持強化のため，経営戦略・計画レベルの SCM（Supply Chain Management），基幹情報管理レベルの ERP（Enterprise Resource Planning）により，全体最適システムの構築とグローバルスタンダードへの対応がある。また，TCO（Total Cost of Ownership）を削減するため，リモートメンテナンスやオープンシステムの導入，さらには環境規制や省エネルギーへの対応がある。

図１　経営情報生産システムの階層



一方，制御システムベンダはそのドメインの拡大を図るため，制御システム領域を生産・制御支援レベルの MES（Manufacturing Execution System）領域まで広げ，制御システムビジネスからソリューションビジネスへと展開を図っている。**図１**に経営情報生産システムの階層を示す。

現場から経営までの高度情報化を効率的・経済的に支えるのがオープン化である。ネットワークのオープン化，オープンなソフトウェア資源の採用や，オブジェクト指向のソフトウェア応用などによりマルチベンダ対応が図れる。

2.1　情報・制御システムのオープン化対応

現場から経営までのシームレス結合を達成するためのキーテクノロジーが，情報通信技術であり，ネットワークシステムは情報ネットワーク，制御ネットワーク，フィールドネットワークで構成される。特に分散形制御システム（DCS：Distributed Control System）の世界でのプライベートネットワークが，通信速度の高速化とともにオープン化され情報処理システムと容易に融合できるようになった。さらに，DCS は既存システムと親和し，システムの部分更新に対応できることも重要である。

オープン統合化分散監視制御システム「MICREX-AX」は，これらの機能を実現すべく「進化と継承」をコンセプ

福本　武也
計測制御システムのエンジニアリング業務に従事。現在，電機システムカンパニー情報制御システム事業部副事業部長。

白川　順一
計測制御システムのエンジニアリング業務に従事。現在，電機システムカンパニー情報制御システム事業部計測システム技術部長。

図２　オープン統合化システムの構成

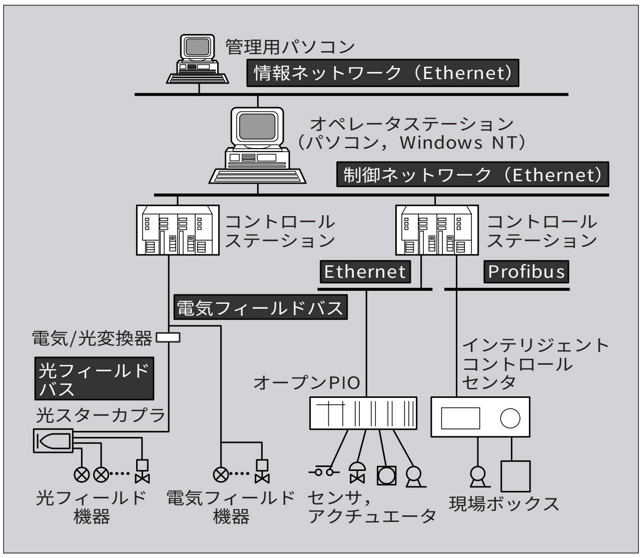
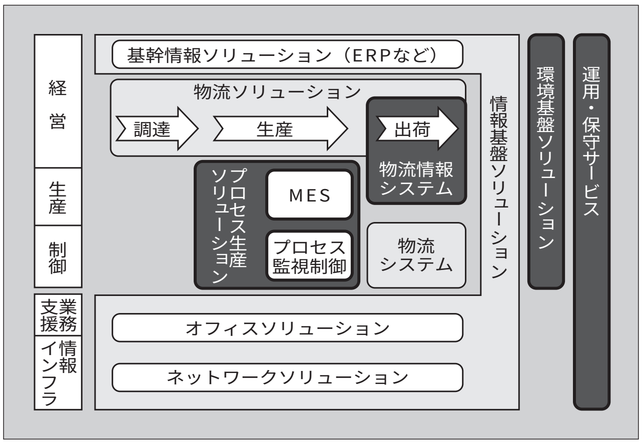


図３　プロセス生産ソリューション体系



トに開発された。Ethernet〈注1〉による情報ネットワークとの接続はもちろんのことで，制御ネットワークにも Ethernet を用い，FA オープンネットの一つである FL-net プロトコルを使用しオープン化を図っている。これらのネットワークにより，製造情報と経営管理情報の結合が図られ，経営・計画・生産・製造・物流にわたる広範囲な統合システムが実現できる。オペレータステーションには汎用パーソナルコンピュータ（パソコン）が利用でき，Windows NT〈注2〉によるオープンな環境下でよりビジュアルな表現により操作性の向上が図れ，また Excel〈注3〉，Access〈注4〉などの汎用ソフトウェアや汎用データベースの SQL サーバとの容易な連携で，操業管理・品質管理・保守管理（リモートメンテナンス）に有効なデータを柔軟に提供できる。

2.2　フィールド情報の分散化

オープンなネットワークにより必要なときに必要な情報が得られると，情報は一極集中から安全性を重視した分散配置へと移行する。フィールド機器は，端末に位置づけられているが，今後は高機能・インテリジェント化と相まって，一層の情報分散化が図られるようになる。

富士電機は，フィールドネットワークとして FOUNDATION フィールドバス〈注5〉の国際規格化を強力に推進し，1995年光フィールドバスが IEC 規格として成立した。

フィールドバス上の各フィールド機器は，インテリジェンスを持ち，自己診断情報や仕様情報を含む現場情報はフィールドバスを介して上位システムに伝送される。このフィールドバスの採用により，オープンなマルチベンダによるシステムが構築できる。また，DCS のインタフェースの合理化による初期投資の削減，リモートメンテナンス機能による保守費用の削減など，TCO の低減を図ることができる。

電気/光フィールドバス対応のオープン統合化システムは，電気機器制御用の高速オープンバス Profibus にも接続できる EIC（電気，計装，コンピュータ）統合化システムである。**図２**にシステム構成を示す。

また，システムのなかのプロセス入出力デバイス（PIO）は，高速・小形・高信頼性が要求され，DCS 用とプログラマブルコントローラ（PLC）用の境界が不鮮明となってきている。Ethernet 接続のオープン PIO は，コンパクトなリモート設置形であり，フィールド分散化を進めることができる。

2.3　ソリューションへの対応

企業環境の変化のなか，顧客が直面するさまざまな課題に対して最適な解決（ソリューション）を提供するため，富士電機が持つノウハウを分かりやすい形に整理し，Solution_MEISTER（ソリューションマイスター）として体系化した。Solution_MEISTER は，企業や組織の共通基盤である情報システムの課題，業種別の課題，環境対応の課題について，サービス商品やパッケージ商品などを組み合わせて，システムのライフサイクル全体にわたるサービスを提供できるようにしている。プロセス制御分野において，製品現場の情報技術をベースにソリューションを提供するのが Process_MEISTER（プロセス生産ソリューション）であり，この位置づけを**図３**に示す。製造部門（プラント運転部門），生産計画・管理部門，生産技術部門，保全部門など幅広い部門を対象に，企画，構築，運用までシステムのライフサイクル全般にわたるソリューションを提供する。

2.4　今後の展開

情報・制御システムもオープン化の時代を迎え，ソリュー

〈注1〉Ethernet ：米国 Xerox Corp. の登録商標
〈注2〉Windows NT ：米国 Microsoft Corp. の登録商標
〈注3〉Excel ：米国 Microsoft Corp. の製品名
〈注4〉Access ：米国 Microsoft Corp. の製品名
〈注5〉FOUNDATION フィールドバス：フィールドバス協会の登録商標

ションを提供するシステム構築コンポーネントは出そろってきた。グローバルスタンダードへの対応と最適なソリューションの実現のため，最新の情報通信技術の適切な活用と先進的なサービスやソフトウェア，ハードウェアの積極的な導入により，より一層オープンな自律分散化されたシステムを構築していく。

3　計測機器の動向

計測機器業界を計測機器メーカーの生産高という視点からみると，長期にわたる民間需要の停滞と為替問題が各企業のリストラクチャリングを加速し，やっと安定期を迎え，やや明るさを取り戻してきたような感があった。しかし，昨今の国内消費，アジア市場の冷え込み，海外メーカーの進出，産業構造の変化による設備投資の減少から1998年度は12％弱の計測機器生産高の低下〔(社)日本電気計測器工業会統計〕を招き，計測機器メーカーの業績を一段と悪化させている。アジアの金融財政に立ち直りの兆しがみえるので今後に期待したい。

この期間に計測機器業界に起きたことは，プロセス機器の種類によっては50％に達する市場価格の低下と，その結果による計測機器メーカーの経営の圧迫，必然的な世界的M&A（企業の合併・買収）による再編の波であった。今後もこの波に日本メーカーが巻き込まれるのは避けられないであろう。

富士電機はすでに計測機器専門メーカー〔富士電機インスツルメンツ(株)〕を設立し，世の中の変化への素早い対応と顧客への要望にこたえられる計測機器の事業構造改革を行った。

3.1　フィールド機器

計測機器ではグローバル商品が顕著で，富士電機は製造・販売拠点として中国（蘇州蘭煉富士儀表有限公司），フランス（フランス富士電機），インド（サーマックス富士電機）の3か所と，全世界に約50か所の販売拠点を設置して，グローバル化を展開している。

発信器ではトップシェアメーカー品がデファクトスタンダード化し，富士電機でもそれにマッチするべく精度，安定性など仕様・性能の向上およびスマート伝送，フィールドバスによる通信機能の向上を図っている。

流量計には差圧式，電磁式，超音波式などさまざまな方式があるが，超音波式の流量計は非接触測定や利便性で今後の基本的な計測コンポーネントであり，需要は大きく拡大すると期待される。このような背景下，携帯形超音波流量計と設置形超音波流量計に改良を加え測定精度と応答特性の向上，流体中の気泡による影響度の改善，小形軽量化，２測線・２配管仕様による機能・性能を向上させた。

フィールドバスシステム用機器においては，富士電機が指導的役割を果たしてきた光フィールドバス機器の開発を行っている。雷被害の多い場所や防爆地域での安全操業に大きく貢献できる。

3.2　パネル計器

調節計，指示・記録計などのパネル計器分野では，プロセス用コントローラおよびビデオチャートレコーダ（ペーパーレス記録計）を市場投入した。

調節計分野では，温度調節計などの小形専用調節計が性能・機能アップされた。PLCとの組合せで小規模プロセス計装への使用など，これまでより上位の工業用分野へ応用されている。また，新形マルチループコンパクトコントローラCC-Mは，制御ループの4チャネルマルチ化，PLC機能の内蔵，パソコンでの集中監視ソフトウェアの用意などを行い，中規模計装システムまでの対応ができる。

記録計の分野においては，現在主流のチャート式記録計は日用品化が進み，いずれ高級機種が簡易形にとってかわりハイブリッド記録計のみの市場になると考えられる。記録計市場は長期漸減傾向にあり，ディジタル記憶媒体に徐々に置き換わっていくと思われる。この分野での市場要求にこたえるためビデオチャートレコーダを商品化した。

3.3　分析計

富士電機の分析計はプロセス用と環境用が主体である。プロセス用の国内市場はここ数年横ばい状態であったが，1998年度は約10％減少した。今後は横ばい基調が続くと予想している。

環境用市場は1996年度からの回復基調が持続しており，1998年度は約10％拡大した。この伸長は，ダイオキシン類の削減対策に関連して一定規模以上の焼却施設にはCO/O_2分析計の設置が法制化されたこと，欧米先進国を中心に固定発生源や自動車排ガスに対する規制が強化されたこと，環太平洋諸国でも規制強化が行われたことによる。今後もISO14000認証取得事業所の増加で環境計測に対する期待が高まり，環境分析計市場は引き続き伸長すると予想される。

このような状況のなかで，富士電機ではダイオキシン対策用小形CO/O_2分析装置や焼却炉やボイラの燃焼排ガス測定用の5成分（NO_x，SO_2，CO，CO_2，O_2）小形分析装置，自動車排ガス測定器を商品化した。さらに水質計では「安全でおいしい水」の要求にこたえるため，富士電機独自のユニークな水質計（トリハロメタン計，水質安全モニタ，高感度濁度計など）を商品化した。

4　あとがき

富士電機の情報・制御システムと計測機器への取組みについて紹介した。企業はグローバリゼーションのなか，生き残りをかけた抜本的な収益改善をめざし業務改革を急速に行っている。富士電機は，システムコンポーネントのボーダレス化が進むなか，先進のハードウェア技術とソフトウェア技術を駆使し，顧客のよきパートナーとしてシステムやサービスをソリューションとして提供していく。

オープン統合化分散監視制御システム

赤松　和彦（あかまつ　かずひこ）　森　孝一（もり　こういち）　園村　泰彦（そのむら　やすひこ）

1　まえがき

監視制御システムのオープン化は，パーソナルコンピュータ（パソコン）など汎用製品の多機能化と性能向上により，大きな潮流となっている。このような環境のもと，富士電機は「進化と継承」をキーワードに，新世代監視制御システム「MICREX-AX」を開発したので紹介する。

MICREX-AXでは，HCI（Human Communication Interface）やサーバのオープン化だけでなく，制御LANのオープン化まで実現し，コントローラ機能の向上と相まってニーズに合ったシステムの提供を可能としている。

2　オープン化の動向

2.1　過去のオープン化指向

オープン化指向が言われて久しい現在，最近の規制緩和の傾向からいろいろな分野の製品にオープン化の動きが一段と強まってきている。

情報制御分野では当初ハードウェア製品の部品レベルからオープン化が始まったが，現在ではシステム製品のハードウェアコンポーネントの一部にまで及んできた。

ソフトウェア製品についてはオープン化対象と考えない時代が続いた。そのためソフトウェア部品は独自に進化してきていた。

また，支援ツール製品はソフトウェア製品に強く依存するためさらに閉鎖的な製品が主流となっていた。

以上のように過去のオープン化はハードウェア製品のオープン化指向を中心に緩やかに推移してきた。

2.2　現在のオープン化指向

システムを構成するコンポーネントのなかで，パソコンに見られるようにハードウェア製品コンポーネントの一部で完全なオープン化（汎用品）が始まっている。

また，コンポーネントとコンポーネントを結び付けるインタフェース部分においてもEthernet〈注1〉のように部分的オープン化が始まっている。

ソフトウェア製品においてはOSなどのプラットホームのオープン化と，それに伴うソフトウェア部品のオープン化が始まりつつある。

支援ツールはオープン化素材を取り入れ始めている。

以上のように現在，監視制御システムはオープン化素材をかなり利用する段階にまで達している。

2.3　オープン化がもたらす変化

2.3.1　オープン化ということ

オープン化とは，単一メーカー製品を主体とした構築システム中に他メーカーの製品が単に物理的に結び付くというのにとどまらず，他メーカーの製品とのコミュニケーションが容易に可能なレベルまでを実現できることをいい，そのような製品をオープン化システム製品といっている。

このコミュニケーションには，同一機能レベル（情報処理レベル，制御処理レベル，プロセス入出力処理レベルなど）製品同士で行われるものと，機能レベルの異なる製品の間で行う必要があるものとがある。

2.3.2　オープン化がもたらす長所と短所

オープン化が今後さらに進むためには，システム供給側と需要側双方にもたらす効果が十分あることが必要である。長所としては以下のことがあげられる。

(1)　最新技術の導入が容易に図れる。これによりシステム供給者側から見れば新規の研究・開発を省き最新技術を製品のなかに使用できる。そのため，従来から得意とする機能およびノウハウレベルをさらに高めたシステム製品を市場に迅速に提供することが可能となる。

(2)　システム需要者側は安価な製品を使用でき保守面においても世の中の主要構成品であるため容易に交換，修理を行う利便性を享受できることになる。

(3)　従来培ってきたノウハウをシステム供給者側および需要者側の双方が今後とも継続して使用可能となる。これにより新規教育，多大な予備品管理が不要となり経済性が改善される。

〈注1〉Ethernet：米国 Xerox Corp. の登録商標

赤松　和彦

上下水道用電気・計装設備のシステムエンジニアリング業務に従事。現在，電機システムカンパニー情報制御システム事業部環境システム技術部次長。

森　孝一

民需EICシステムのエンジニアリング・開発業務に従事。現在，電機システムカンパニー情報制御システム事業部計測システム技術部担当部長。

園村　泰彦

計測分野全般の制御装置のシステム設計に従事。現在，電機システムカンパニー情報制御システム事業部システム技術部担当課長。

(4)　システムで蓄えたデータを自由自在に引き出し，加工して目的に見合った形に仕立てることが可能となる。
(5)　ユーザー自身によるシステムの改造・変更が可能となる。

他方，オープン化に伴う短所も存在する。

(1)　ハードウェアの品質問題

オープンな環境で用いられるコンポーネントは汎用製品が多く，リアルタイム・連続通電といった監視制御システムでの使用に不安が残る。また，商品開発合戦が商品のライフサイクルを短くするという問題も出てくる。

(2)　ソフトウェアの品質問題

ユーザー自身の手で改造を行えることがオープンシステムの一つの大きな目的となるが，不具合が発生した場合にその原因がメーカーの製造品質によるものか，ユーザーの改造によるものなのかの判別がしにくくなる。

また，必ずしも工業用として開発されていないデファクトスタンダードソフトウェアを導入することで，信頼性・性能・機能面での一部後退を招きかねない。

(3)　システムの品質保証問題

オープン化の一つの側面であるマルチベンダシステムにおいては，メーカーとユーザーのシステム全体の品質管理の境界が不明確となり，原因をどちらが切り分け対応するかなどの問題が残る。

これらの短所の部分をいかに最小限にするかがシステム供給者の技術力および製品戦略となる。

一方，技術革新のスピードの速いオープン製品を取り入れることによって，システム製品のライフサイクルが短くなるという傾向が現れつつある。この傾向は常に最新システム製品を供給したいと願う供給者側と最新流行を追求してやまない需要者側がある限り続くものと思われる。

3　富士電機のオープン化への取組み

3.1　オープン化に対する今までの取組み

富士電機は早い時期からオープン化を指向してきた。1980年代の監視制御システム MICREX-PIIIの支援ツールに汎用パソコンを採用したのを皮切りに今までに数々のオープンな汎用品を使用してきた。現状のシステム製品では FOCUS システムにおけるオペレータステーションのハードウェアに汎用パソコンを採用している。

他のシステム製品では情報系とのコミュニケーションのため Ethernet や TCP/IP プロトコルも採用している。

3.2　統合化分散監視制御システムの現状

(1)　MICREX-IX システム

富士電機は，1992年10月に第四世代の分散形制御システム MICREX-IX を発表し，今日まで多数のユーザーに納入してきており，この間，時代の流れとニーズにマッチした技術開発・改良を継続して実施し，ユーザー要求にこたえるソリューションを提供してきた。

このシステムにより設備の統合化に伴う情報の共有化と

図１　MICREX-IX システム

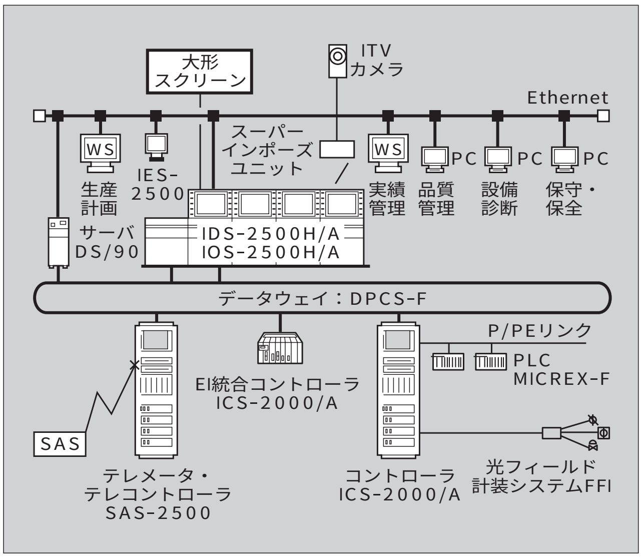
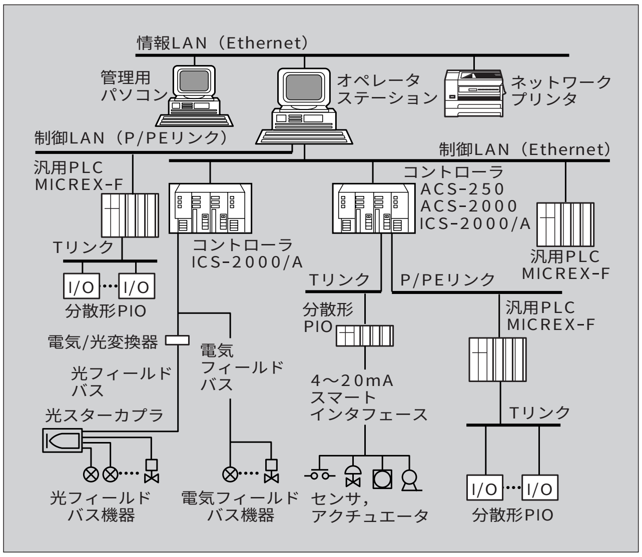


図２　FOCUS システム



機器の統合が促進され，シングルベンダによる E（電気）・I（計装）・C（コンピュータ）個別の発展から，EIC の統合，そしてコンピュータ機能の融合などを実現した。

図１にシステム構成を示す。MICREX-IX はそれまでの MICREX シリーズと同一のシステムアーキテクチャで実現されている。

(2)　FOCUS システム

FOCUS は，パソコン関連のオープン技術と実績ある DCS（Distributed Control System）技術を組み合わせ，各種の制御システムへのソリューションを提供している。FOCUS により，これまでの DCS のノウハウに基づき，各種制御システムを統合的に構築でき，エンドユーザーコンピューティングの範囲が拡大した。

図２にシステム構成を示す。

パソコン関連のオープン素材とコントローラの組合せにより，中小規模の各種のシステムを構築することができる。

オペレータステーション１台とコントローラ１台の最小

構成から，オペレータステーション６台とコントローラ８台の最大構成まで構築することができる。オペレータステーションとコントローラは Ethernet を使用した制御 LAN で接続する。同一 Ethernet 上で ICS-2000/A などとプログラマブルコントローラ（PLC）MICREX-F とも接続できる。

さらに Ethernet を使用した情報 LAN により他システムとのデータ連携が可能である。また，情報 LAN にネットワークプリンタを接続し，複数のオペレータステーションで１台のプリンタを共用することもできる。

3.3　オープン化に対する今後の取組み

これからのオープン統合化分散監視制御システムは「いつでも」「どこでも」「だれとでも」「かんたんに」コミュニケーションが可能なシステムであると考えている。

これをシステム構築に置き換えると「新設・増設・改造時」に「HCI，コントローラ，プロセス IO」は，「同一メーカーの他機種，他メーカーの同一機種間の接続」を，「オープン化指向技術」で支えられ，「容易にそして経済的に」コミュニケーションを取ることを実現させる。さらにそれを拡大していき距離感のない「広域化」も富士電機は提案していく。

４　オープン統合化分散監視制御システム MICREX-AX の実現

図３に富士電機の情報制御システムの推移を示す。

4.1　進化と継承のシステム

MICREX-AX システムは従来の第四世代 MICREX-IX の後継であるが，「進化と継承」というコンセプトで開発され，オープン化を一段と進めたシステムである。

ヒューマンフレンドリーをめざす「統合オペレータステーション AOS-2000」では，従来と比べコンピュータとの連携機能の強化，ウィンドウ機能の強化，CRT 表示色の向上，表現力の向上，タッチスクリーンの拡充を図っている。

また，「統合データベースステーション ADS-2000」ではデータサービス機能を向上させ，パソコンおよびコンピュータに対するデータのオープン化を実現した。

エンジニアリング機能については，すべてのエンジニアリングをパソコンだけで行える「ソフトウェア支援システム FPROCES」を使用し，この支援システムを搭載した「統合エンジニアリングワークステーション AES」がある。

中核のデータウェイは工業用 LAN である10 M ビット/秒の DPCS-F や 100 M ビット/秒の FDDI を使用している。また，データベースやアラーム管理など，基本的なシステ

図３　MICREX を中心とする情報制御システムの発展

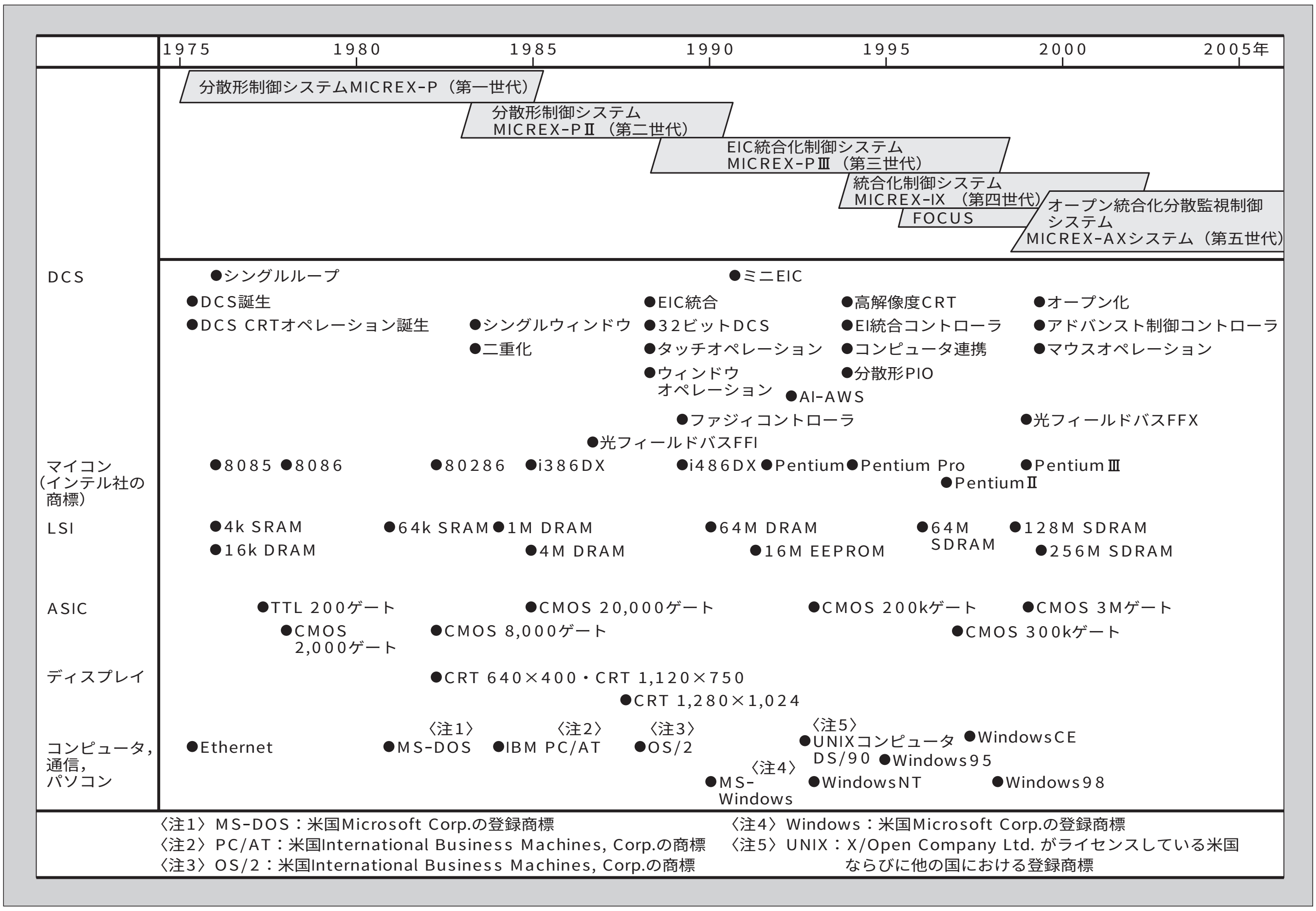
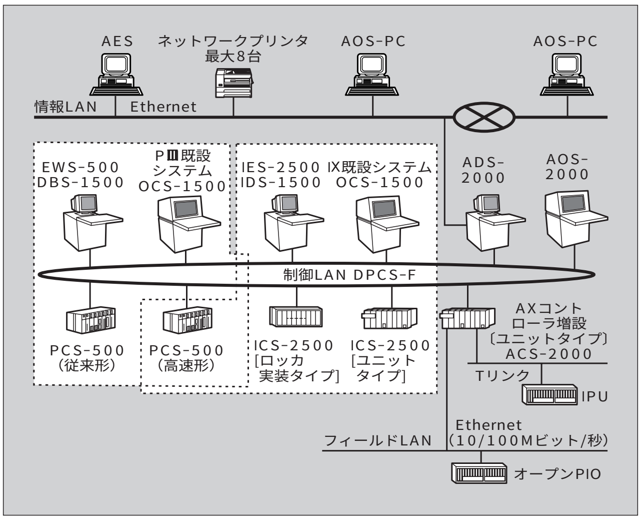


図４　MICREX-AX システム（進化・継承システム）



ムアーキテクチャも従来システムを継承しており，既存システムとの親和性が良い。**図４**に本システム構成を示す。

情報・制御システム分野の一般的動向として，フィールド分散，自律分散，オープン化などネットワークシステムと密接な関係を持ったシステム化技術の進展が著しい。

本システムは，この動向を踏まえ，LSI 化技術，インターネット技術の取込みと保守性の向上・オープン化に対応した高機能・高性能・高信頼性をめざして開発されたシステムである。特に，今日の経済環境を十分に反映させるべく，1992年に発表した統合化制御システム MICREX-IX で構築されている資産（ハードウェア，ソフトウェア）の継承を図っている。新・旧システムの混在が一般的になりつつある時代に即したシステム構成が可能である。

最新のオープン統合化分散監視制御システムを構築するにあたり，従来の高信頼性・リアルタイム性能を維持しつつ，オープン化の技術を適用していく必要がある。以下にオープン統合化分散監視制御システムに求められている要件について述べる。

(1)　データのオープン化

データベースのオープン化によって，ユーザーは今まで十分に活用できなかった蓄積データを有効に利用することができるとともに，さまざまなネットワークを経由して，高度情報・制御パッケージや経営管理，業務管理，情報活用，情報公開，設備メンテナンスなどのシステムで利用することが可能であること。

(2)　エンドユーザーコンピューティングの実現

分かりやすいパソコンライクなグラフィカルユーザーインタフェースや，ISV（Independent Software Vender）ソフトウェアを利用した支援システムが提供されることにより，ユーザー自身によるシステムの改造・変更が可能であること。

(3)　自由度の向上とコスト縮減

従来までのメーカー標準 DCS では，高信頼性と快適な操作性能を実現するために，ユーザー選択の自由度がある程度制限されてきた。

図５　オープン統合化分散監視制御システム（汎用機タイプ）

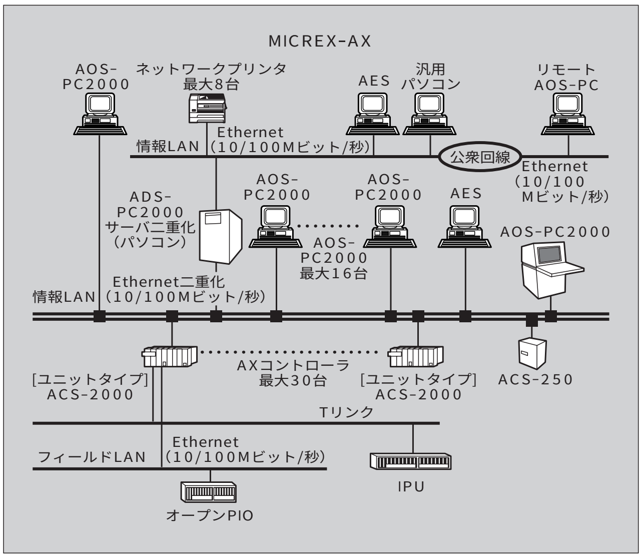
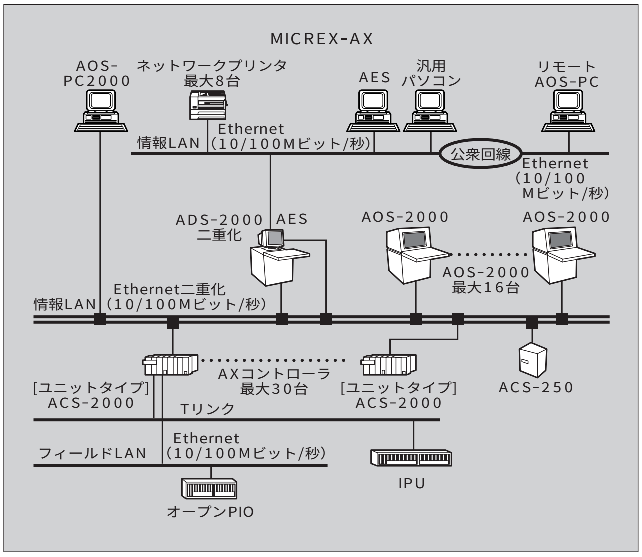


図６　オープン統合化分散監視制御システム（専用機タイプ）



システムのオープン化と相まって，デファクトスタンダードの採用などによりメーカー標準に依存しない，自由度の高いシステムにするとともに，ダウンサイジングによるコスト縮減が可能であること。

(4)　信頼性の確保

異常（故障）時には他に与える影響を最小限に抑えることができ，発生した場合には異常解析が容易にできるとともに復旧処理時間が短いこと。

4.2　システム構成と特長

図５，**図６**にシステム構成を示す。

本システムはオペレータステーション，オープンデータベースステーション，高速制御 LAN，高速コントロールステーション，インテリジェントフィールドセンタ（オープン指向コントロールセンタ）からなる監視制御システムを実現している。さらに，運転管理系，業務支援サービス系，マルチメディア通信系，コンピュータネットワークシ

ステムと高速情報 LAN を介して機能的に融合した構成とすることで，上記要件のソリューションを提供できる。

(1)　オープン化

設備の監視・制御の統合に伴い，生産管理システムとの統合がますます求められるようになるのは必至である。しかし，生産管理システムは処理速度・機能面からみれば，プラント制御との隔たりは大きく，いかに共存していくかが大きな課題である。

本システムにおいては，これら課題に対してオープンネットワークである Ethernet を制御 LAN として採用することにより，プロセスデータと管理データとのデータリンク機能を実現する操作環境を提供している。

また，データベースには，オープンなデータ提供を目的として SQL Server[注2] が搭載され，ユーザーが自由にかつ容易にプラントデータを活用できる。保存されているデータは，市販の表計算ソフトウェアやデータベースソフトウェアを使うことにより，簡単に編集・加工ができる。

さらに任意の場所に設置された HCI 用途の AOS-PC（パソコン）から汎用 LAN を介して専用機と同様な機能が利用できる。

(2)　優れた信頼性と保守性

MICREX-IX シリーズで培われてきた専用機技術を踏襲し，先進の自己診断機能と RAS 情報で，高い信頼性・保守性を実現している。

運用系に要求される信頼性については，従来からの機器の二重化に加えて，情報・制御・フィールド LAN のいずれにも使用している Ethernet の二重化を可能とした。

支援系に要求される保守性については，情報・制御 LAN に接続したリモート設置の AES から各種 RAS 情報の読み出し，プログラムの書き込みを可能にした。また，AES と AOS 機能を同一パソコンに共存させることにより，事務所の管理者や保全室の保守員が操業状態の監視とともに RAS 情報も併せて取得できる利便性を提供可能とした。

4.3　システムの概要

(1)　制御 LAN 機能

OA 分野で業界標準となっている Ethernet を利用し，従来は困難といわれてきたデータのリアルタイム性を確保しつつ他メーカーとの接続が容易にできるオープンな制御 LAN として，(社)日本電機工業会（JEMA）で JPCN-2 として認定された FL-net 準拠 LAN を今回新たに採用した。

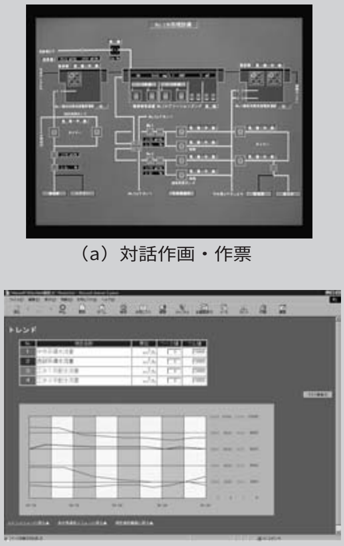
FL-net 準拠 LAN により，一定時間内に情報を伝達するサイクリック伝送，管理情報やスケジュール情報を伝送するメッセージ伝送を実現した。

この FL-net 準拠 LAN ではインターネットの標準プロトコルである UDP/IP を基本部として適用し，信頼性やリアルタイム性の保証には情報の衝突を回避するトークン機能を採用している。

(2)　HCI 機能

〈注 2〉SQL Server ：米国 Microsoft Corp. の登録商標

図7　画面例



（a）対話作画・作票

（b）トレンド画面

本システムではオープン素材を使用した HCI である AOS-2000 と市販の汎用ソフトウェアを組み合わせることで，公衆回線（ISDN，フレームリレーなど）を経由して，遠方サイトの汎用パソコンから工場の HCI とまったく同一の画面表示が行え，かつブラウザを通して見ることもできる遠隔監視システムが実現できる。

また，リモート接続・モバイルコンピューティング・無線技術を使用して，現場巡回端末のカメラの画像をオペレータステーションで監視したり，現場で端末により監視・操作することもできる。

HCI 自体としては系統画面の色数を増やし，対象となるプラントにあった色表現を可能とし視認性を向上させた。また，Windows ライクな画面構成・画面展開・操作スイッチの立体的ボタン化などにより操作性を向上させた。ポインティングデバイスは，マウス，タッチのどちらでも選択ができる。**図７**に画面例を示す。

(3)　データベース機能

ユーザーの業務報告においても操業データ・制御データに基づいた報告書を作成する場合が増えてきている。

そのため，ユーザーが簡単に操業データ・制御データを取り出せ，汎用のソフトウェア上でユーザー自ら加工できることが望まれている。

ADS-2000 では，PC ボードを搭載し汎用データベース連携を可能としている。この汎用 PC ボードは OS に Windows NT[注3] を採用し，汎用データベースである SQL Server を搭載し，ADS-2000 が管理しているトレンド・帳票・アラーム・運転履歴データを汎用データベース化して保存している。これらのデータを Ethernet 回線を経由して，クライアントの汎用 PC 上から Excel[注4]，Access[注5] といった汎用

〈注 3〉Windows NT ：米国 Microsoft Corp. の登録商標

〈注 4〉Excel ：米国 Microsoft Corp. の登録商標

ソフトウェアを使用して，ユーザー自身による自由なデータ加工を行える環境を提供している。

(4)　コントローラ機能

プロセス制御機器は，従来の技術をさらにレベルアップし，フィールドサイドのオープン化・情報化を推進する。インテリジェントフィールドセンタ，現場ハンディターミナルなどの新しい機器を用意している。

また，ACS-2000 コントローラに静止形の RAM ディスクを採用した可動部のない耐久性のある PC ボード（PCU ボード）を搭載することができる。これにより従来コンピュータで行ってきた解析・予測演算がフィールドで演算可能となり，制御演算速度とリアルタイム性を向上した。これらが現場に分散されたコントローラで実現できる。

(5)　プロセス IO 機能

従来の IPU（Intelligent Process input output Unit）に加え新たに，オープン化したプロセス IO を採用した。

オープン PIO〔横河電機(株)と富士電機(株)との共同開発〕は「小形・高信頼のオープン PIO」を基本コンセプトとして開発されるリモートプロセス入出力装置であり，10/100 M ビット/秒の Ethernet に接続する。

オープン PIO の特長は次のとおりである。

(1)　オープンな IO バスで接続されるリモートプロセス入出力装置

プロセス入出力装置を接続する IO バスは，オープンな LAN である Ethernet であり富士電機のコントローラだけでなく，他社のコントローラにも接続するためインタフェース技術を公開する。

(2)　PAS（Process Automation　System）市場向けの特長を備えるプロセス入出力装置

RAS 機能，冗長化機能，耐環境性など，PAS 市場向けの特長を備えるプロセス入出力装置である。

(3)　国際規格適合のプロセス入出力装置

安全規格，CE マーク規制，防爆規格などの国際規格に適合した世界市場に適用するプロセス入出力装置である。

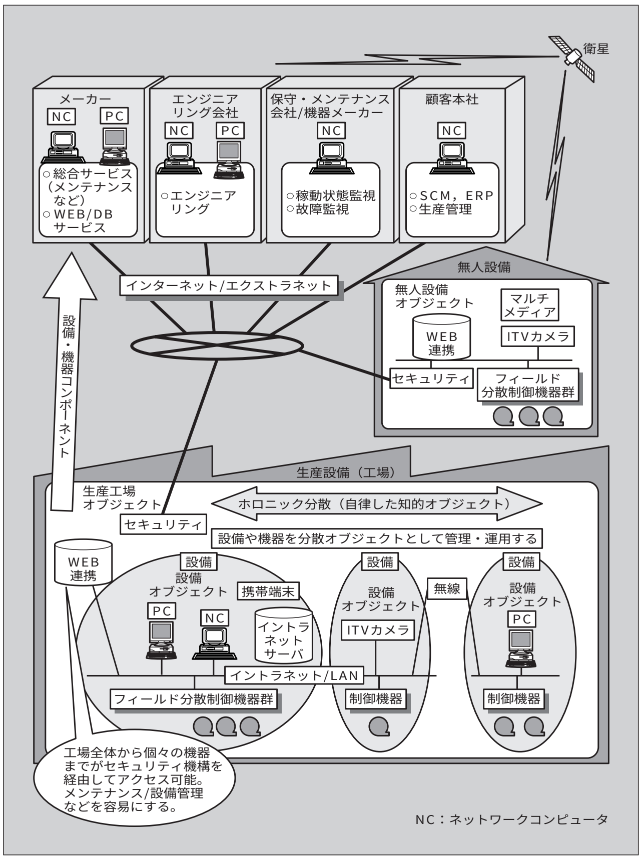
5　将来の情報制御システム

わが国の企業や組織は，規制の緩和，従来のビジネス慣行の見直し，グローバルな競争，地球環境問題への取組みなどこれまでにない厳しい経営環境にさらされ，今後もその傾向は増大する。

企業における生産システムの観点では，従来から EIC（電気，計装，コンピュータ）情報制御システムは現場を中心とした24時間運転に耐える生産システムとして製造業を支えてきた。しかしすべての企業は資産利益率改善の強い圧力下で経営しており，注文に合わせて迅速に低コストで作る能力の向上，顧客サービスの向上，事業運営の効率化など，生き残りをかけた経営レベルでの収益改善策が急務となってきた。資産利益率改善，TCO（Total Cost of Ownership ：調達から廃棄に至る生涯コスト）最小化など，経営課題解決のための生産システムは経営レベルに直結するシステムでなければならない。そのためには，フィールド情報が経営レベルまでシームレスに接続されることが必須（ひっす）で，従来に比べ情報システムと制御システムの一体化・協調がますます重要となる（**図８**）。

〈注 5〉Access ：米国 Microsoft Corp. の登録商標

図８　将来の情報制御システムの方向



6　あとがき

統合化分散監視制御システムのオープン化に関し過去から現在，さらに近未来について述べてきたが，このオープン化のうねりはますます高く・速くなると予想される。

しかしながらこの流れもすでにどこかで変曲点を見つける努力が並行して行われており，システム供給側および需要側の納得のいくバランスが取れたオープン化が完成したときに，より安定した適正な価格のシステム製品が提供可能になると信じている。

参考文献

(1)　赤松和彦ほか：オープン化・情報融合をめざす上下水道用新監視制御システム，富士時報，Vol.71，No.6，p.358-363（1998）
(2)　早川広明：オープン統合化制御システムにおけるヒューマンインタフェース，オートメーション，Vol.44，No.2，p.29-33（1999）

分散形制御システム「MICREX」におけるＲビジネスの展開

早川　広明（はやかわ　ひろあき）　　後藤　将直（ごとう　まさなお）　　野坂　聡（のさか　さとし）

1　まえがき

バブル崩壊以降，国内外ともに不況のなか，産業界全体として設備投資の抑制が続いている。そのため，既存の旧プラント設備の全面リプレースは延期され，来年に迫った2000年対応を施し，さらに長期間使用していくユーザーが多い。

プラント設備のライフサイクルとしては，一般的に10年から15年程度であり，その後リプレース時期を迎える。

富士電機の分散形制御システム（DCS：Distributed Control System）「MICREX」の変遷を**図１**に示す。このMICREX システムは，一般的にシステム納入後約10年間は保守対応可能な体制を取り，製品で使用されている部品の廃形対応（同一品の確保，代替品への置換え，後継品の開発）を行い，ユーザーに対して長期間安心して使用していただいている。10年を経過した製品については，機能・性能面での陳腐化，故障時の保守対応の困難化などにより，最新の DCS へのリプレースをしていただいている。

富士電機では，従来から「R・イノベーション」を合言葉に次世代の統合生産システムの実現をめざしている。

この「R」の意味は，一言でいえば「見直し」による「改革」といえる。例えば，Restructuring（再構築），Reengineering（仕事の見直し），Replacing（リプレース），Recycling（再利用），Refreshing（リフレッシュ）などがある。

1999年４月から発売しているオープン統合化分散監視制御システム「MICREX-AX」は，これら「R」の頭文字を基に，「Ｒビジネス」をキーワードとした展開も図っている。

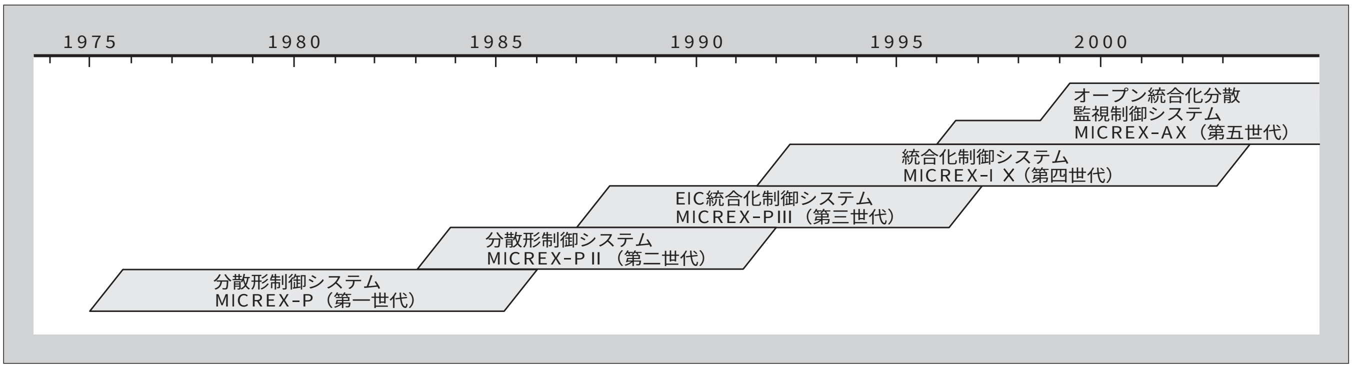
本稿では，MICREX-AX システムを用いた「Ｒビジネス」の展開について述べる。

2　Ｒビジネス

図１に示すとおり，MICREX システムは第二世代のMICREX-PⅡから，ほぼ５年おきに新世代のシステムを世に送り出してきている。そのなかで MICREX-PⅡが発売以来15年，第三世代の MICREX-PⅢが11年を経過したいま，それらのシステムのリプレース時期に入っている。

しかしながら，先に述べたような設備投資の抑制が続くなか，ユーザーからは全面リプレースではなく，既存のプラント設備を運用しつつ，段階的に新しい設備に切り替えていく部分リプレースを求める声が非常に多くなっている。そのため，陳腐化の著しいヒューマンインタフェース（HCI）装置の設備部分からまず新しい HCI 装置へ更新し，コントローラ・制御 LAN は既存の設備を継続して使用する。次に新しいコントローラへと順次更新し，最終的には最新のシステムへとリニューアル可能な段階的更新が行える新旧混在システムが求められている。

図１　分散形制御システム MICREX の変遷



早川　広明

分散形制御システムの企画・開発に従事。現在，東京システム製作所開発設計部主任。

後藤　将直

分散形制御システム用 HCI の開発に従事。現在，東京システム製作所開発設計部。

野坂　聡

ヒューマンインタフェースシステムのサポートツールの開発設計に従事。現在，東京システム製作所カスタマーサービス部。

図２　MICREX-PⅡ/AX 混在システム

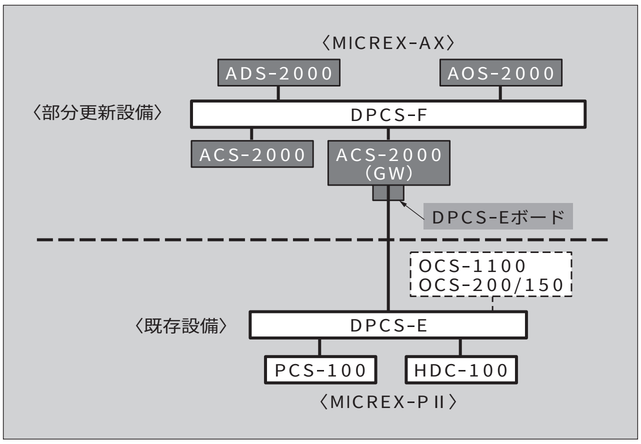


表１　ACS-2000のゲートウェイ仕様

サポートコントローラ台数	PCS-100，HDC-100合わせて8台
監視・制御ループ数	288ループ（オプションで416ループまで拡張可能） 制御ループに対してAOS-2000からのアナログ操作可能
任意データ点数	1,024点

MICREX-AX システムは，従来の MICREX-PⅡ，PⅢシステムとの新旧混在を可能としたユーザーニーズにマッチしたシステムといえる。

さらに MICREX-AX システムは，従来の MICREX システムの資産を継承しつつ，新しいオープンな世界へと進化を遂げる橋渡しを行うシステムでもある（進化と継承）。

３　MICREX-PⅡ/AX 混在システム

MICREX-PⅡシステムは，計測制御用コントローラ PCS-100，シーケンス制御用コントローラ HDC-100，制御 LAN DPCS-E，HCI 装置 OCS-1100/200/150 から構成されている。

この MICREX-PⅡシステムは，発売以来15年が経過しており，リプレース時期にきているが，多くのユーザーのプラントで現在も操業に貢献している。

しかしながら，MICREX-PⅡシステムの HCI 装置の周辺機器である CRT，HDD，FDD 装置については保守期間の延長を図ってきたが，部品メーカーからの保守部品供給が不可能になっており，予備品の確保などで対応している現状である。そのため，速やかに新システムである MICREX-AX システムの HCI 装置 ADS/AOS-2000 への部分更新を行うことを提案推進している。

図２に示すとおり，MICREX-AX システムの EI 統合コントローラである ACS-2000 に，MICREX-PⅡシステムの制御 LAN DPCS-E に接続できる専用ボードを用意し，MICREX-PⅡシステムとのゲートウェイ機能（以降，GW 機能と略す）を持たせることが可能である。これにより，MICREX-AX システムの HCI 装置をヒューマンインタフェースとして，既設の PCS-100，HDC-100 を監視制御可能としている。

ACS-2000 の GW 機能では，PCS-100，HDC-100 を８台までサポート可能である。また，この GW 機能では，PCS-100 を最大８台で総ループ数 288 ループ（オプションで 416 ループまで拡張可能），任意データ 1,024 点の制御中継が可能であり，AOS-2000 から制御ループに対してはアナログ操作も可能である（**表１**）。

HCI 装置の更新が完了後，順次設備単位で PCS-100，HDC-100 を新しい ACS-2000 に置き換えていくことができる。

４　MICREX-PⅢ/AX 混在システム

4.1　部分更新と増設

MICREX-PⅢシステムは，計測制御用コントローラ PCS-500，シーケンス制御用コントローラ HDC-500，制御 LAN DPCS-F，データベース装置 DBS-1500，HCI 装置 OCS-1500，OCS-500 から主に構成されている。

MICREX-PⅢシステムも，発売以来11年が経過しており，そろそろリプレース時期に入りつつあるが，さらに使用を続け設備の増設を計画しているユーザーもある。

このようなユーザーニーズにこたえるため，MICREX-AX システムでは制御 LAN に従来から定評のある DPCS-F を踏襲し，PCS-500，HDC-500 を直接監視・制御可能とした。

図３～５にプラント設備の部分更新と増設を行っていく手順を示す。

まず**図３**に示すとおり，プラント全体を MICREX-PⅢシステムで構築していた設備に対して，設備 A でコントローラの増設を行う場合に高速・高機能で経済的なコントローラ ACS-2000 を導入する。さらに HCI 装置は高解像度（1,280 × 1,024 ドット）で，表現力の強化された AOS-2000 とデータベース装置 ADS-2000 に更新する。これにより，オペレータの運転監視の容易化と，オープンなデータベースインタフェースにより上位の情報系と結合した高度運転化が実現可能である。

また，ADS/AOS-2000 では，従来コントローラ群と新しい ACS-2000 の両者の監視操作が可能である。

次に，設備 B に対しても制御系は従来設備のままで，HCI 装置を従来の OCS-1500 から AOS-2000 に更新する。また，設備 C に対しても同様に HCI 装置を AOS-2000 に更新していく（**図４**）。

さらに，従来の制御系設備に対して，順次 ACS-2000 に更新し，最終的には保守用として残しておいた DBS-1500，EWS-500 も撤去し，最新の MICREX-AX システムへの完全なリニューアルが完了する（**図５**）。

このように MICREX-PⅢシステムと MICREX-AX システムは両者の共存が可能なシステムであり，ユーザー設備の更新計画・予算に合わせて，最新システムへの更新・増設が可能である。

図３　「部分更新と増設」手順１

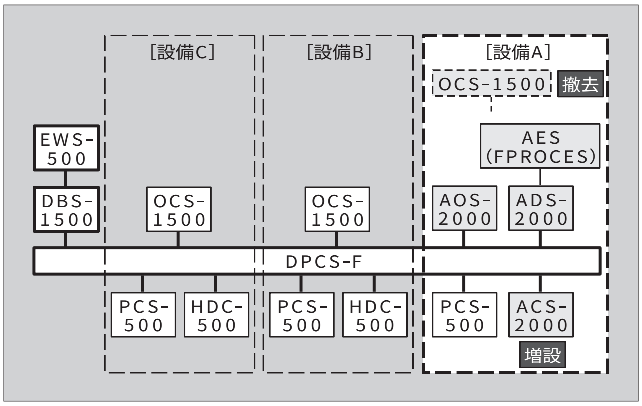


図４　「部分更新と増設」手順２

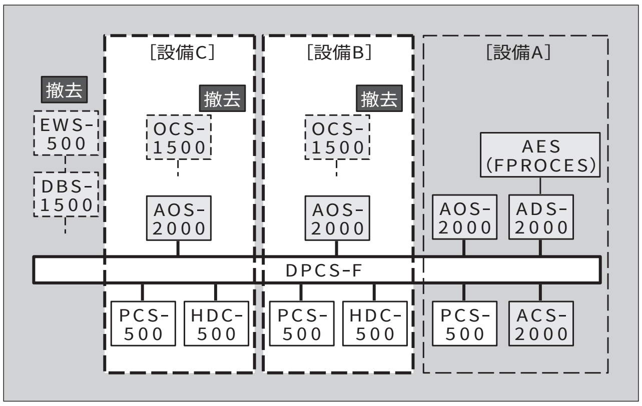
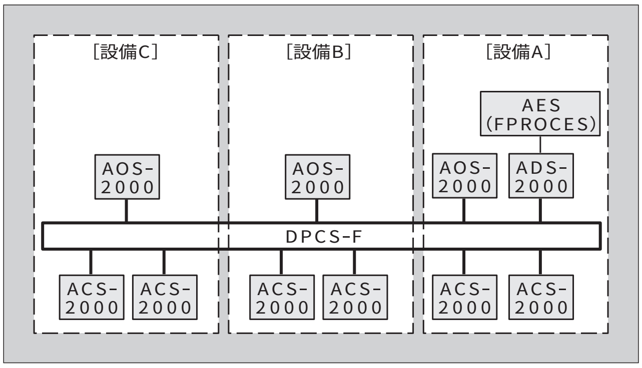


図５　「部分更新と増設」手順３



4.2　エンジニアリング資産の継承

上記のように，MICREX-PⅢシステムから MICREX-AX システムに部分更新していく場合のポイントとして，もう一つ重要なものにエンジニアリング資産があげられる。

MICREX-PⅢシステムでのエンジニアリングツールとして，シーケンス制御用の FAISES と，計測制御・HCI 用の EWS-500 がある。これらはすべて，パーソナルコンピュータの MS-DOS〈注1〉システム上で動作するツールである。

これに対して，MICREX-AX システムでは，シーケンス制御，計測制御のエンジニアリングがすべて可能な統合化されたエンジニアリングツール FPROCES がある。この FPROCES は，Windows NT〈注2〉，Windows〈注3〉 95 システム上で動作するツールである。

MICREX-AX システムでは，MICREX-PⅢシステムの従来コントローラ PCS-500，HDC-500 の監視制御を可能とするために，FPROCES での PCS-500，HDC-500 のエンジニアリングも行えるようにしている。

また，FAISES，EWS-500 で作成したアプリケーションソフトウェアを FPROCES 上へ乗せ替えることができる。

さらには，PCS-500，HDC-500 のアプリケーションソフトウェアを ACS-2000 のアプリケーションソフトウェアにコンバートが可能である（**表２**）。これにより，PCS-500，HDC-500 から ACS-2000 へ容易に更新することができる。

表２　アプリケーションソフトウェアのコンバート

PCS-500，HDC-500		ACS-2000へのコンバート（FPROCES）
機　能	ツール	
計測制御機能	EWS-500	可能
電気制御機能	FAISES	可能
非標準	FCL言語	可能
マルチポイントⅠ	EWS-500	可能（ユーザータグに変換）
マルチポイントⅡ	EWS-500	可能（ユーザータグに変換）

5　あとがき

以上，述べてきたように富士電機が提唱する「R ビジネス」とは，ユーザーサイドにたちユーザーの要求にこたえ，次の時代への革新を実現する手段を提案するビジネスである。

オープン統合化分散監視制御システム「MICREX-AX」は，より多くのユーザーのご要求におこたえできるシステムであり，従来から MICREX 製品をご使用いただいているユーザーのリプレース計画の一助としていただければ幸いである。

今後ともユーザー各位のご意見を賜わり，よりよい制御システムの実現に向けてさらに尽力していく所存である。

参考文献

(1)　瀧下秀明：DCS 耐用年数の考え方，計測技術，Vol.27，No.7，p.17-21（1999）

(2)　生駒雅一・吉田徹：統合化制御システム MICREX-IX のシステムアーキテクチャ，富士時報，Vol.67，No.6，p.330-335（1994）

(3)　吉田徹ほか：アドバンスト情報・制御システム「MICREX-AX」，富士時報，Vol.69，No.10，p.506-511（1996）

〈注1〉MS-DOS：米国 Microsoft Corp. の登録商標

〈注2〉Windows NT：米国 Microsoft Corp. の登録商標

〈注3〉Windows：米国 Microsoft Corp. の登録商標

光フィールドバスシステム「FFX」の展開と適用

松平　竹央（まつだいら　たけおう）

1　まえがき

次世代プラントの計装制御・情報通信システムのインフラストラクチャとして期待されるフィールドバスがいよいよ実用化の段階を迎えた。各計装機器メーカーから電気フィールドバス機器の製品発表が行われるなか，富士電機は 1999年 4 月に世界に先駆けて光フィールドバスシステム「FFX」の製品発表を行った。

本稿では光フィールドバスシステム FFX の概要，適用事例について紹介する。

2　光フィールドバスの概要

2.1　フィールドバス・光フィールドバスとは

フィールドバスは従来の計装システムで使われてきた 4 ～ 20 mA のアナログ電流信号に代わる次世代のオープンなディジタル通信である。IEC（International Electrotechnical Commission）により規格化が進められ，フィールドバス協会によってより具体的な仕様の作成や普及活動が行われてきた。

フィールドバスにはフィールドバスの信号媒体として電線を用いた電気フィールドバスと光ファイバを用いた光フィールドバスがある。両者の違いは信号媒体のみであり，光フィールドバス信号は電気フィールドバス信号に容易に変換することができる。フィールドバス協会では電気フィールドバスの仕様に続き，光フィールドバスの仕様作成もすでに完了している。

2.2　光フィールドバスの特長

光フィールドバスシステムには双方向ディジタル通信，フィールド機器のインテリジェント化といったフィールドバスとしての特長に加え，以下のような光伝送の持つ特長を兼ね備えている。

(1)　耐ノイズ性・耐雷性に代表される信号伝送の高信頼化

(2)　高度の安全性・安全バリアなしでの本質安全防爆

(3)　伝送ラインの二重化が可能

(4)　電池駆動による電源分散（危険分散），計装電源（中央電源）の小容量化

3　光フィールドバス FFX の製品リリース

富士電機は1999年 4 月にフィールドバス協会の仕様に準拠した光フィールドバスの製品リリースを行った。**表 1** にリリースされた製品の一覧を示す。光フィールドバスのフィールド機器と同時に，上位システムとして FOCUS システムの光フィールドバス対応の開発を行った。

フィールドバスはオープンな通信であるため，光フィールド機器は電気/光フィールドバスの信号変換器を介して

表 1　光フィールドバス製品一覧

状　態	機器種別	形式	備　考
発売品	圧力発信器	FBB	防爆（申請中） （1）CENELEC （2）JIS
	差圧発信器	FFG	
	絶対圧力発信器	FBH	
	レベル発信器	FPL	
	リモートシール圧力発信器	FBF	
	リモートシール差圧発信器	FFH	
	一体形温度発信器（TC，Pt）	FUP	
	分離形温度発信器（TC，Pt）	FUT	
	多点温度変換器（TC，Pt）	FRM	
	光/空気圧変換器	ZLK	
	光スターカプラ	FXB	
	FOCUSシステム		フィールドバス対応 上位システム
開発中	電気/光フィールドバス変換器 （他社上位機器接続用）		
	フィールド信号変換器 （光/電気フィールドバス）		
	フィールド信号変換器 （光/アナログ4～20 mA）		
	光リピータ		
	HHC （ハンドヘルドコミュニケータ）		

松平　竹央

計測・制御機器，システムの開発企画業務に従事。現在，電機システムカンパニー情報制御システム事業部業務部課長補佐。

表２　主な光フィールド機器の仕様

項　目	圧力発信器	差圧発信器	温度発信器	多点温度変換器	光/空気圧変換器
個 別 仕 様	測定範囲 ：1.6～50,000 kPa	測定範囲 ：0.1～3,000 kPa	適用センサ ：熱電対 J，E，K，R，T 測温抵抗体 JPt100，Pt100 測定範囲：－200～＋1,200℃	入力点数：最大8点 適用センサ ：熱電対 J，E，K，R，T 測温抵抗体 JPt100，Pt100 測定範囲：－200～＋1,200℃	空気圧出力 ：20～100 kPa
周 囲 温 度	－30～＋70℃	－30～＋70℃	－30～＋70℃	－30～＋60℃	－20～＋60℃
電　　源	内蔵リチウム電池 （1個）	内蔵リチウム電池 （1個）	内蔵リチウム電池 （1個）	DC24 V， AC100/115/220 V	内蔵リチウム電池 （2個）
電 池 寿 命	2年	2年	2年	――	1.5年/1個
防　　爆	本質安全防爆 （バリア不要）	本質安全防爆 （バリア不要）	本質安全防爆 （バリア不要）	本質安全防爆 （バリア要）	本質安全防爆 （バリア不要）
光ファイバ	石英ファイバ（コア/クラッド径100/140 µm）またはPCF（Plastic Cladding Fiber，200/230 µm）				
光コネクタ	FC，またはSTコネクタ（1チャネル）				

図１　光フィールドバス圧力発信器の外観

各メーカーの上位システムと接続することが可能である。

3.1　光フィールド機器の仕様

表２に主な光フィールド機器の仕様を，また**図１**に代表例として圧力発信器の外観を示す。光フィールド機器には光通信用に光ユニットと呼ばれる部品が内蔵されており，これに光コネクタを接続して光通信を行う。

光フィールド機器の多くには電源として内蔵リチウム電池を採用している。これにより電源ラインが不要となる。電池寿命はマクロサイクルを１秒と設定して使用した場合に約２年である。マクロサイクルとはフィールドバスの定周期通信のサイクルタイムであり，富士電機ではこれを標準で１秒と設定している。

3.2　光スターカプラ

光スターカプラは各光機器間の光伝送を中継する役割を持った電源不要の光学機器である。光スターカプラは16個の光コネクタを持ち，フィールド機器や上位機器など合計で最大16台の機器を接続できる。各光コネクタから入力された光信号は光スターカプラ内のミラーで反射され，すべての光コネクタから出力される。このため各機器は光スターカプラを介して相互間の通信が行える。

3.3　FOCUS/光フィールドバス対応システム

富士電機では光フィールドバス用の上位システムとしてオープン統合化制御システム FOCUS の光フィールドバス対応の開発を行った。

図２に FOCUS と光フィールドバスを組み合わせた構成図を示す。FOCUS はオペレータステーション〔パーソナルコンピュータ（パソコン）〕と，EI 統合コントローラ ICS-2000 を制御 LAN に接続して構成される。FOCUS にフィールドバスを接続するためには今回開発したフィールドバスボードを ICS-2000 に実装する（**図３**）。フィールドバスボードは１枚につき４回線分の電気フィールドバスの接続口を持ち，フィールドバス通信におけるマスタ機能（LAS ： Link Active Scheduler）の役割を果たす。

光フィールドバスと接続するには，フィールドバス接続ユニットを用いる。このフィールドバス接続ユニットは光フィールドバス用インタフェースである光モジュールまたは電気フィールドバス用インタフェースである電気モジュールを必要に応じて２モジュールまで実装できる構造となっている。**図４**に光モジュールと電気モジュールを１台ずつ実装したフィールドバス接続ユニットの外観を示す。

FOCUS を光フィールドバスの上位システムとして用いた場合，光幹線ケーブル（光スターカプラ－上位間の光ケーブル）の二重化を行うことができる。また，ICS-2000 自体の二重化構成により，より安全で高信頼のシステム構築が可能である。

4　オランダ/Shell 社でのフィールド実証試験

光フィールドバスの事例の一つとして，石油メジャーの Shell International Oil Products（SIOP），千代田化工建設(株)とともに1997年10月から継続して行っている光フィールドバスシステムのフィールド実証試験を紹介する。

4.1　トライアルの概要

オランダ・アムステルダムの SRTCA（Shell Research and Technology Centre Amsterdam）の屋内パイロット

図２　FOCUS と光フィールドバスの構成

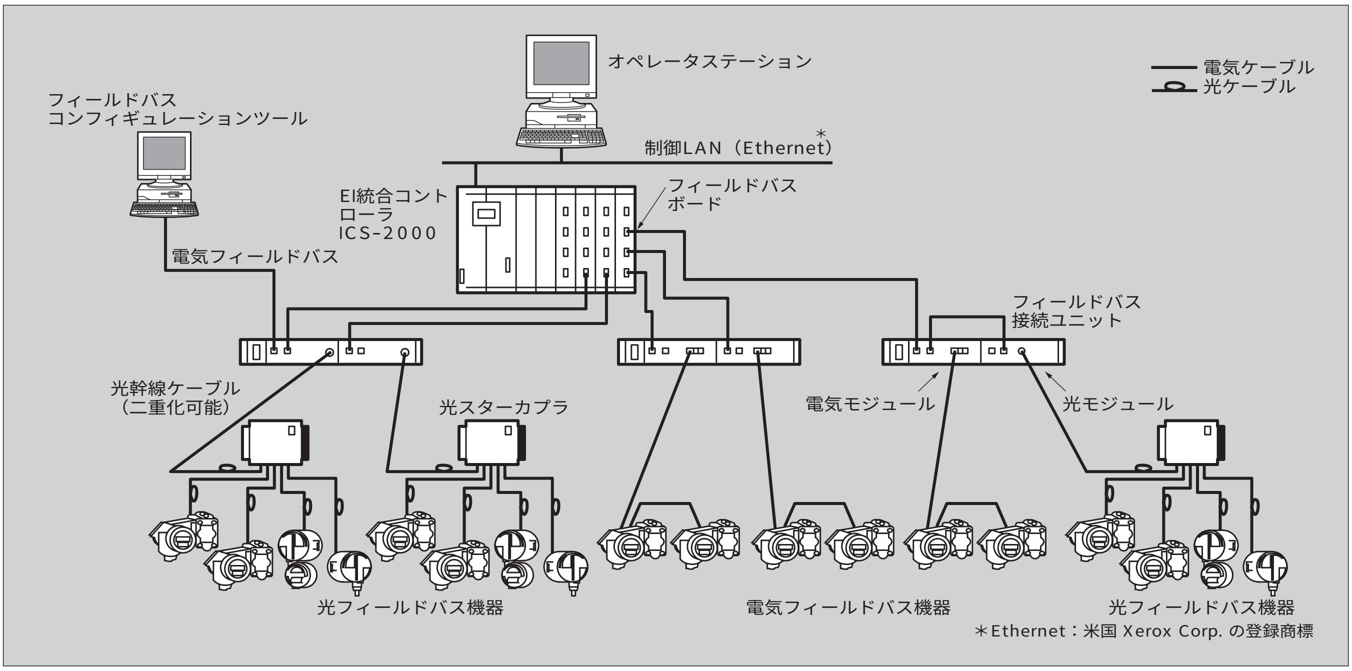


図３　EI 統合コントローラ ICS-2000 の外観

図４　フィールドバス接続ユニットの外観

プラント（水素化分解装置）の計装制御システムを光フィールドバスシステムを用いて構築した。

トライアルは段階的に進められている。フェーズ１は1997年10月から開始されてすでに終了し，その成果が発表されている(2)。現在はフェーズ２として行われており，1999年末で終了する予定である。

4.2　フェーズ１の概要・結論

(1)　概　要

フェーズ１でのシステム構成を**図５**に示す。

フィールド機器としては光フィールド機器13台と電気フィールドバスの発信器１台が接続されており，フィールドバスの１セグメントに合計14台のフィールド機器が接続された構成である。

光ケーブルは光スターカプラ－上位機器間に１km の長さのケーブルが接続された。上位機器としては富士電機から納入のメンテナンス用パソコンと Honeywell 社の SCADA システムが接続された。メンテナンス用パソコンは東京の富士電機社内のパソコンと国際電話回線にて接続され，リモートメンテナンスを可能にしている。

また，PID 制御ループは現場機器のみで構成される，いわゆるローカル制御を行った。光圧力発信器の AI ファンクションブロック，Honeywell 社の電気フィールドバス発信器の PID ファンクションブロック，光/空気圧変換器の AO ファンクションブロックを組み合わせて制御ループを構成し，コントロールバルブの操作を行った。

図６にパイロットプラントに設置された光スターカプラを，**図７**に現場機器を示す。

フィールド機器の据付けおよび光ケーブルの布設はすべて現地の工事業者にて行われた。

(2)　重点評価項目

トライアルを行うにあたり，ユーザーサイドから提示された重点評価項目は以下のとおりである。

□ 据付け配線工事に対してどのようなスキルやツールが必

図５　Shell 社フィールド実証試験システム構成（フェーズ 1）

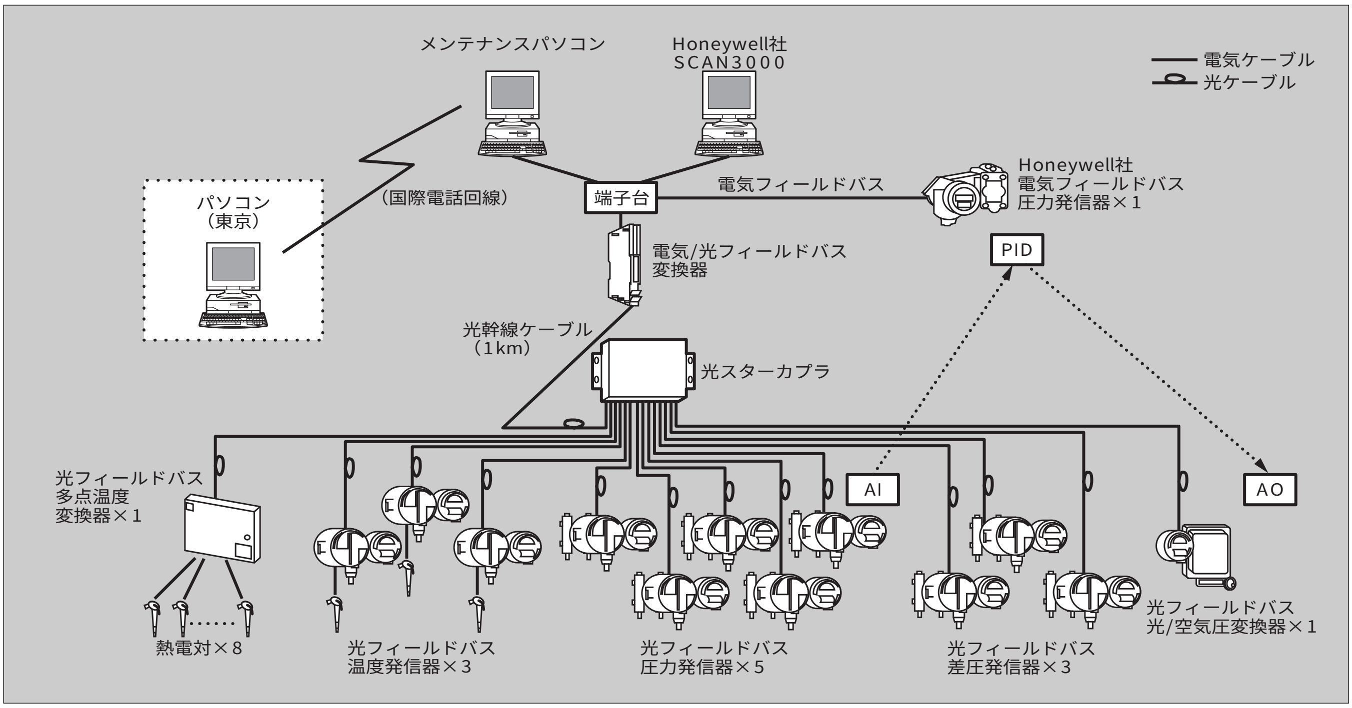


図６　光スターカプラと光幹線ケーブル（1 km）

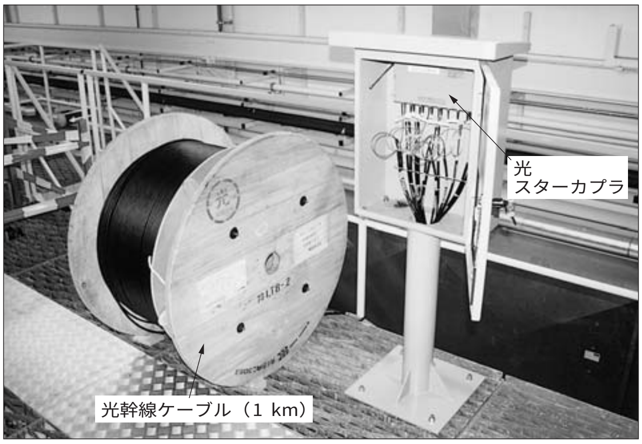
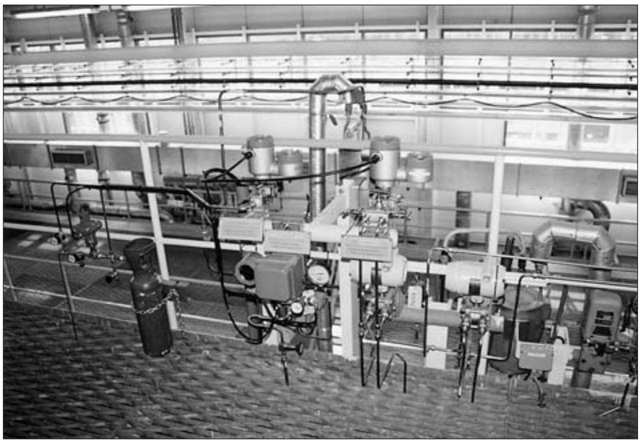


図７　光フィールド機器（圧力制御ループ）



要とされるか。

○システムの操作性とパフォーマンス

○保守や修理に対してどのようなスキルやツールが必要とされるか。

○相互運用性

○TCO（Total Cost of Ownership）：コスト評価

(3)　結　論

フェーズ１としての予備的結論は以下のように発表されている。

○光コネクタ付きの光ケーブルの布設は容易であった。

○数社から提供された発信器の相互運用性は良好であった。

○データ更新時間はパブリッシャ/サブスクライバ通信により１秒以内であった。

○ホスト機器を複数台同時に稼動させた場合，ときどき通信上の問題（通信エラーの発生）がみられた。

4.3　フェーズ 2 の概要

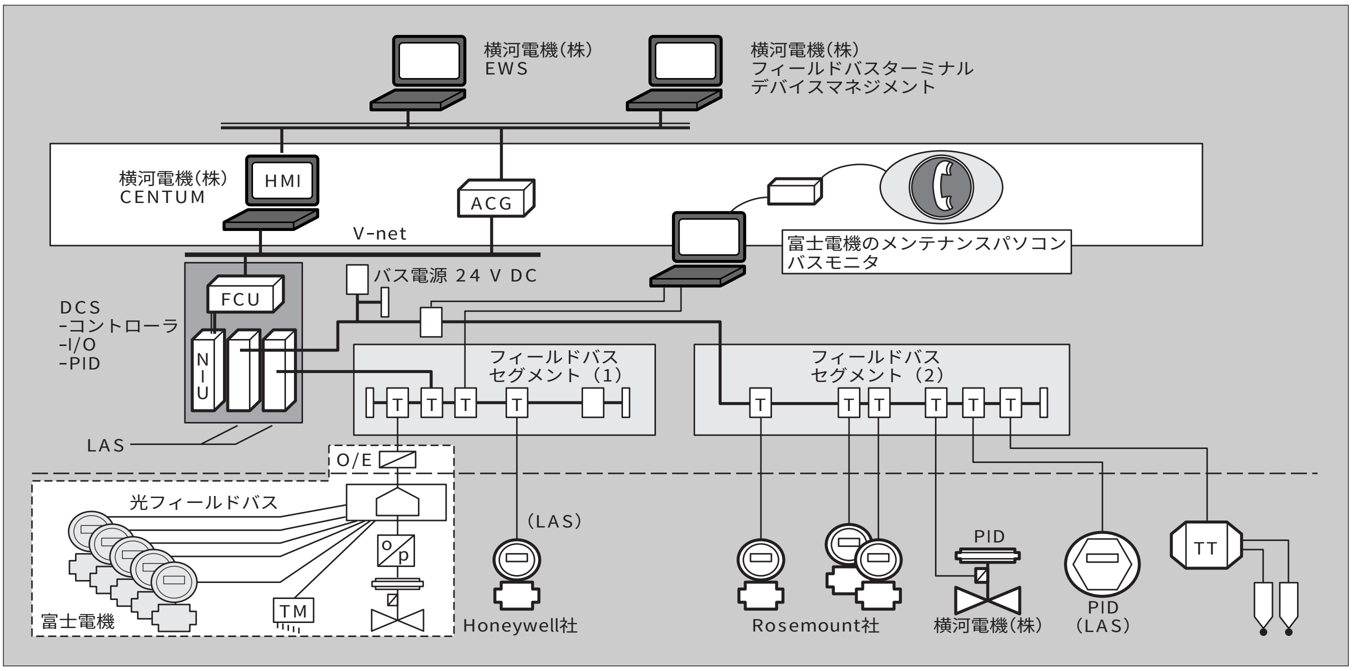
現在，トライアルはフェーズ 2 として継続されている。フェーズ１での構成機器に加え，新たに数社の電気フィールドバスの機器や上位システムが追加された実用レベルのシステム構成で，主に各社の機器間のインタオペラビリティの評価に重点が置かれて進められている。**図８**にフェーズ２でのシステム構成を示す。

フェーズ 2 では TCO（コスト）の評価も合わせて進められている。

5　あとがき

1999年 4 月から発売を開始した光フィールドバスシステム「FFX」の製品紹介と適用事例を紹介した。フィールドバスはこれから21世紀初頭にかけて本格的な普及が期待

図8　Shell 社フィールド実証試験システム構成（フェーズ 2）



されている。富士電機では光フィールドバスの品ぞろえの拡充・普及のための活動を今後も積極的に展開していく予定である。本稿が今後の光フィールドバスシステム導入検討の一助となれば幸いである。

参考文献

(1)　松平竹央：光フィールドバスの概要，富士時報，Vol.71, No.10，p.534-539（1998）

(2)　P. Eigenraam ; B. S. Douma et al. : Applications of Fiber Optic Sensors & Instrumentation in the Oil and Gas Industry. 13th International Conference on Optical Fiber Sensors Conference Proceedings. Vol.3746, p.602-607（1999）

技術論文社外公表一覧

標題	所属	氏名	発表機関	
産業界専用 ID ビームライン（BL16XU）の現状	富士電機総合研究所	広瀬　隆之	Spring-8 利用者情報，**4**，4（1999）	高輝度光科学研究センター
産業界専用 BM ビームライン（BL16B2）の現状	富士電機総合研究所 〃	大沢　通夫 寺西　秀明		
硝化細菌によるバイオアッセイ技術	富士電機総合研究所	田中　良春	化学工業，**50**，9（1999）	化学工業社
上下水道用 DCS システムの適用事例	情報制御システム事業部	吉田　昭	計測技術，No.8（1999）	日本工業出版
空気源高濃度オゾン接触槽の開発	富士電機総合研究所 〃 〃 〃	岩本　卓治 加藤　康弘 本山　信行 森岡　崇之	国立公衆衛生院・北海道大学合同研究発表会（1999-4）	
オゾナイザ放電のシミュレーション（XXX　）――プロパゲータ法による解析――	富士電機総合研究所 〃	田口　正樹 石岡　久道	電気学会放電研究会（1999-8）	

新形マルチループプロセスコントローラ

松尾　直之（まつお　なおゆき）

1　まえがき

マルチループプロセスコントローラ「コンパクトコントローラ M（CC-M）」を開発した（**図１**）。CC-M は，温度，圧力，流量などのプロセス信号を目標値となるよう PID 制御を行うプロセス調節計である。CC-M は，単独で制御系を構成する形態を保ちながら，従来単独ではできなかった中小規模の制御システムを１台で実現できる。

CC-M 関連ソフトウェアとして，監視・制御パッケージ「CC-M ビューワ」，プログラミングツールとして「CC-M ウェハローダ」および「ソフト PLC」を用意している。

以下に，プロセスコントローラの最近の動向と CC-M の製品仕様および特長を紹介する。

2　最近の動向

大規模な分散形制御システム（DCS）は，ダウンサイジング化し，汎用パーソナルコンピュータ（パソコン）ベースの中小規模制御システムがシングルループコントローラ適用分野で使用されるようになった。また，機械組込み用の安価な温度調節計が高機能化し，プロセス制御の場面でも使用されるようになってきている。

一方で，プログラマブルコントローラ（PLC）はプロセス制御を行う機能を内蔵するものもある。

このようななかで，単純なシングルループコントローラが使われる場面は少なくなってきつつある。

CC-M は，従来のシングルループコントローラ単独ではできなかったより高度な複合化されたシステム制御を，マルチループ化とネットワークの強化，さらにシーケンス制御機能の内蔵により，簡素なハードウェア構成で実現できるようにした。

3　主な特長

CC-M の主な仕様を**表１**に示す。

特長は以下のとおりである。

図１　CC-M の外観

(1)　最大 4 制御出力，8PID の制御機能（マルチループ）
(2)　IEC61131-3 準拠のプログラム言語に対応（シーケンス制御機能）
(3)　オープンネットワーク化
(4)　カラー液晶表示採用による監視性の向上
(5)　メモリカードによるトレンド記録機能
(6)　手動バックアップ操作器による信頼性確保

などがあげられる。

4　マルチループ

CC-M は前述のとおり，最大 4 制御出力（4 ～ 20 mA）を持つ。多くの制御系では，１点または 2 点の制御出力があれば十分であるが，燃焼系のようなプロセス制御，すなわち燃料・空気・圧力または複数の燃料を扱う制御では３点以上の制御出力が必要となる。また，温度制御や空燃比を制御する場合には，制御しようとする個々の出力に対してカスケード制御や比率制御が必要となる。

CC-M は最大 4 点の制御出力と最大 8 個の制御ブロック（PID）を持つことにより，前述の複雑なプロセスに対しても 1 台で制御することができる。なお，CC-M の制御出力数は 1 個・２個および 4 個から指定できるので，１

松尾　直之

計測制御機器の設計開発に従事。
現在，富士電機インスツルメンツ(株)電子機器技術部主任。

表１　主な仕様

項　目	仕　様
外形寸法	72×144×272（mm）
ループ数	最大４出力＋8PID
アナログ入力	7点（内2点は直接入力可能）
ディジタル入力	10点
制御出力	最大4点
アナログ出力	5点
ディジタル出力	11点
表示部	カラーLCD
プログラム方式	ウェハ結線または IEC61131-3
プログラム容量	ウェハ結線：192枚 IEC61131-1：2 kステップ
演算周期	0.1〜0.5秒
バックアップ操作器	内蔵可（4出力）
上位通信機能	Tリンクまたは MODBUS（RS-485）
I/O拡張	Tリンクまたは OPTMUX（RS-485）
トレンド機能	あり
監視パッケージソフトウェア	CC-M ビューワ
電　源	AC100〜240 V　50/60 Hz
ケース	プラスチック
質　量	1.9 kg

ループ制御または２ループ制御も可能である。

８個の制御ブロックを同時に監視するために，CC-M では，カラー液晶を採用し，視認性を向上させている。

また，マルチループにした場合の信頼性は，内蔵のバックアップ操作器により保証され，万一コントローラ本体が故障した場合でも，この操作器から４点分の制御出力が操作できるので，プラント停止をさせないでコントローラ本体を交換することができる。

5　シーケンス制御機能

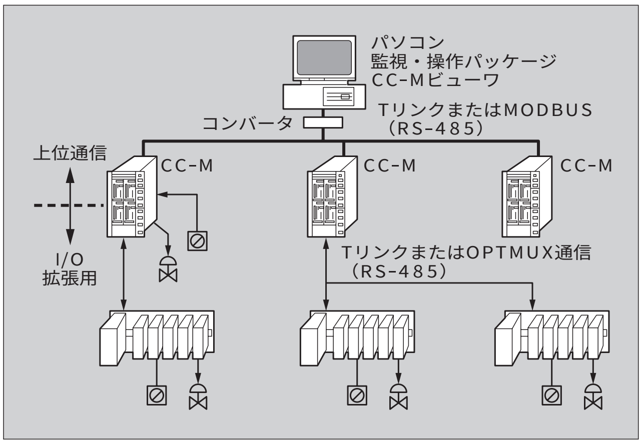
CC-M は，従来から実績のあるウェハ方式のプログラミング言語に加えて，IEC61131-3 準拠のプログラミング言語を採用している。ウェハは富士電機独自の方式であるが，これは，従来機種からのリプレース・発展用として用意している。

今回新たに採用したプログラミング言語は PLC 言語の国際標準であり，富士電機の PLC をはじめとして各社 PLC で採用されている。このことは，CC-M がより多くのプラントエンジニアに使い勝手のよさを提供するものと考えている。

IEC61131-3 では５種類の言語，すなわち，シーケンシャルファンクションチャート（SFC），ファンクションブロックダイヤグラム（FBD），ラダー（LD），ストラクチャードテキスト（ST）およびインストラクションリスト（IL）を定義している。CC-M は，LD，FBD および SFC をサポートしている。このうち LD と SFC は論理処理やシーケンス処理を記述するために使用し，FBD はアナログ演算や制御処理を行うために主に使用する。ウェハで使用している機能はファンクションブロックとして用意している。

IEC61131-3 準拠のプログラミングは，最大２k ステップまで可能で，スイッチや警報などの論理処理は LD で記述し，PID 制御は FBD で記述することで演算処理を分かりやすくしている。

図２　CC-M のネットワーク



6　ネットワーク機能

CC-M は，I/O を直接ハンドルするための通信ポートと上位ホストコンピュータに接続するための通信ポートをもつ。これら通信ポートは，富士電機の T リンクまたは汎用の２線式 RS-485 を選択できる。上述のようにマルチループ化・シーケンス制御機能をサポートするようになると，CC-M に直接実装される I/O だけでは，その機能を十分生かせなくなる。CC-M が接続できる I/O は，富士電機の I/O カプセルまたは世界的に広く使用されている OPTO22 社製 SNAP I/O である。

富士電機製 I/O は T リンク経由で接続し，SNAP I/O は RS-485 経由の OPTMUX プロトコルで接続することで，ディジタル I/O およびアナログ I/O を最大 100 ワードまで拡張できる。

一方，CC-M は上位との通信機能も備えている。上位機種に富士電機の PLC を接続する場合は，富士電機の T リンクを使用するが，他社製や海外でのパーソナルコンピュータ（パソコン）または PLC との接続の場合には，MODBUS〈注1〉通信（２線式 RS-485）を用意している（**図２**）。

7　グラフィック表示

CC-M ではこのクラスでは世界で初めてフルグラフィックカラー液晶を採用した。STN 方式の 128 × 320（ドット）で16色を表示できるカラーにすることで，画面表示を細かくしても視認性がよいため従来のプロセスモニタ表示にとどまらず，**図３**に示すように８ループ同時表示・４ループ

〈注 1〉MODBUS ： Gould Modicon 社の登録商標

図３　グラフィック表示

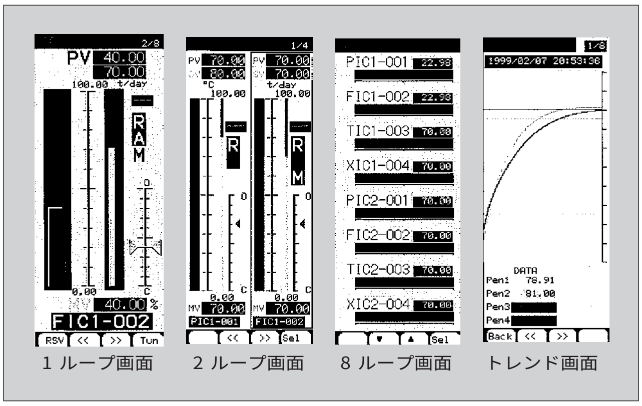


図４　燃焼制御への適用例（構成図）

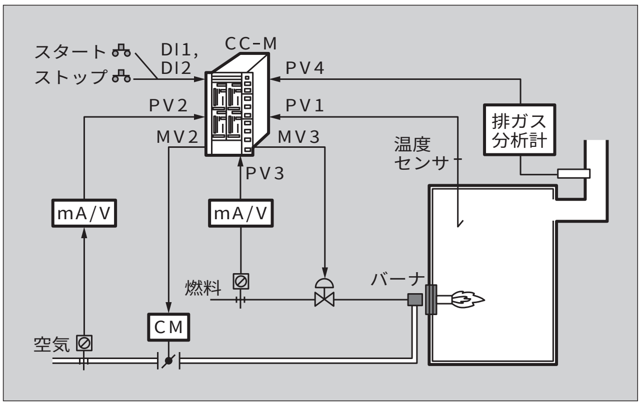
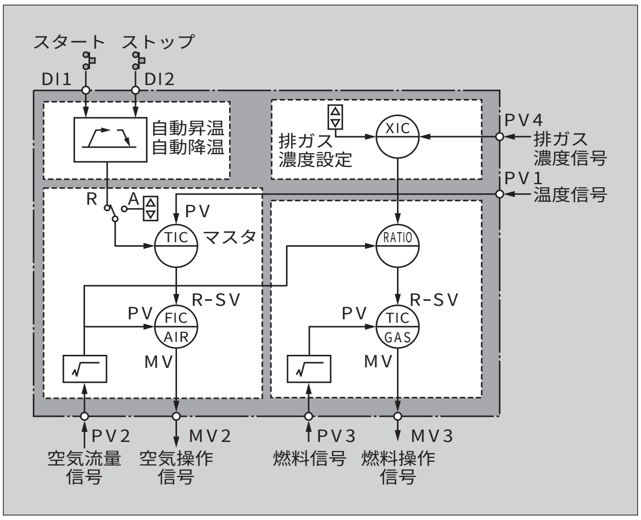


図５　燃焼制御への適用例（系統図）



表示からシングルループ表示，トレンド表示も行うことができる。

CC-M で採用したカラー液晶は，マルチループ制御を行う際にも，監視性・操作性などの使い勝手を支えている。

なお，液晶表示器を採用しているため，バックライトには CFL 管を使用している。CFL 管は通常使用で 4 〜 5 年で輝度低下を起こすが，CC-M は 2 本の CFL 管を内蔵し，１本は予備として格納しているので，CFL 管が暗くなった場合には予備の CFL と交換すればよい。また，CFL 管は高電圧で駆動されているが，CFL 管を交換するためには，構造的に CFL 管による点灯をいったんオフしないと交換できないよう設計しているので，運転を停止しないでしかも安全に CFL を交換できるようになっている。

8　メモリカード

CC-M は，計器内部の演算データを最大32点までトレンド記録することができる。最小サンプリング周期は１秒で，メモリカードを実装しておくとサンプリングデータが自動的にカードに格納される。最大 30 M バイトのメモリカードが使用できるため，１分周期で 4 点の測定値を記録させると約 1 年のトレンド記録を行うことができる。

CC-M ではメモリカードとして COMPACT FLASH〈注 2〉を採用している。記録データは ASCII コードで格納しているので，PCMCIA スロット経由で表計算ソフトウェアに直接読込みができる。

プロセスの運転記録や故障解析にペーパーレス記録計の代わりとして使用できる。

9　パソコン計装システム

CC-M では専用の監視・操作パッケージソフトウェア「CC-M ビューワ」を用意している。このパッケージは最大 8 台の CC-M を接続してパソコン上で集中監視するもので，最大64ループまでの簡易計装システムが構成できる。

パッケージ内では，ループ画面，グループ画面，オーバビュー画面などのオンライン画面のほか，20画面分のプラント画面の作画や10種類の帳票の出力が可能である。

CC-M のプログラミングを行うことも可能で，ウェハ結線・内部定数データなどをドキュメントとして出力することもできる。

10　従来品との互換性

富士電機では，1979年（昭和54年）からマイクロプロセッサ搭載のディジタルシングルループコントローラを供給してきた。すでに，リプレース時期に差し掛かっているプラントもかなりあるため，CC-M は従来品との互換性も考慮している。パネルカットはもちろんのこと，端子構造や I/O 点数も基本的には合わせてある。従来と同様のウェハ方式によるプログラミングが行えるので，従来品との置換え・発展は可能である。

11　適用事例

(1)　マルチループ制御例

４制御出力・８制御ブロックの特徴を生かす適用例として，燃焼制御系を紹介する。

〈注 2〉COMPACT FLASH：Compact Flash Association の登録商標

図６　シーケンス制御との融合例（構成図）

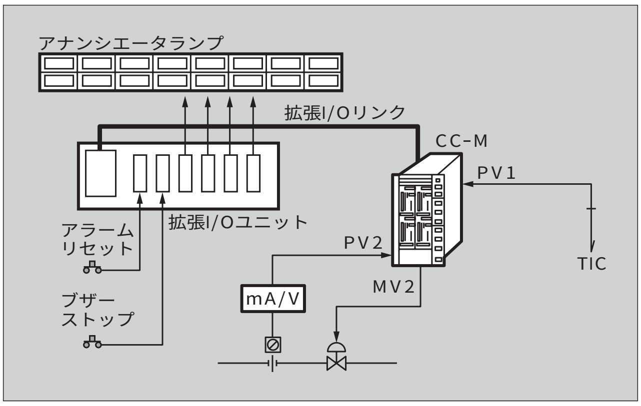
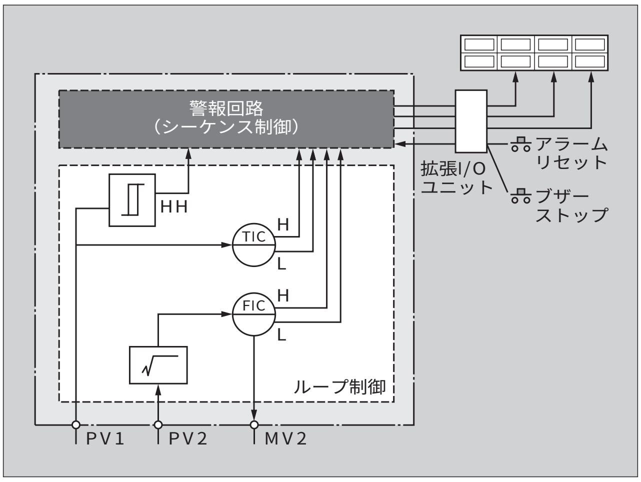


図７　シーケンス制御との融合例（系統図）



シングルループコントローラを使用した場合，２台で構成していたものを，１台のCC-M内部で，マスタ温度制御，空気流量制御，燃料流量制御さらに排ガス酸素濃度による空気燃料比制御まで行う。

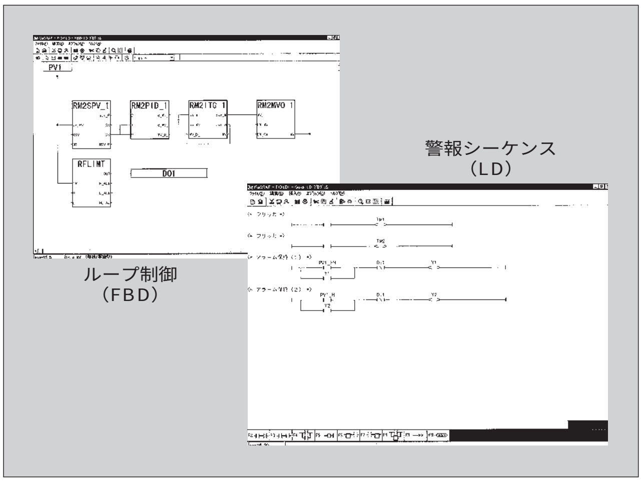
図４は燃焼制御系の構成図を，また**図５**は系統図を示す。

(2)　シーケンス制御とループ制御の融合例

IEC61131-3準拠のプログラミング言語の適用事例として，警報シーケンス回路とループ制御回路をCC-Mに内蔵した例を示す。

従来であればループ制御用コントローラと警報回路は

図８　シーケンス制御との融合例（プログラム例）



別々に用意していたが，この部分をLDで記述することで調節計に共存させている。プログラミングツールによりCC-Mにダウンロードする。

警報シーケンスは温度の上下限警報でアナンシエータランプ表示を行うもので，フリッカ・タイマや警報信号の保持・リセットなどの回路をLDで構成する。**図６**は構成図，**図７**および**図８**は系統図とプログラム例である。

12　あとがき

以上のようにマルチループプロセスコントローラCC-Mが従来の調節計と異なるところは，ネットワーク経由で多くのI/Oを駆使し，シーケンス制御とループ制御を同時に行いながら，さらに上位の監視パッケージとも連携がとれるので，中規模から小規模システムまでがCC-M１台で安価に構築できる点である。

CC-Mは，マルチループプロセスコントローラとして産声をあげたばかりである。今後，CC-Mはネットワークの拡充，FM，CSAなどの安全規格（CEマークは適合済み）の取得など，ユーザーの声に耳を傾けながらさらに進化させていく必要があると考えている。CC-Mが世界中でより幅広く使用されていくことを期待する。

大気汚染監視用小形赤外線ガス分析装置

杉本　啓介（すぎもと　けいすけ）　　宇野　正裕（うの　まさひろ）

1　まえがき

地球温暖化，環境ホルモン，大気汚染，水質汚染などの環境への影響がますます注目されるようになってきている。

1967年（昭和42年）に公害対策基本法が制定され，そのなかで「人の健康を保護し及び生活環境を保全するうえで維持されることが望ましい基準」として環境基準が設定されて以来，各種の環境規制法が急速に整備されてきた。このなかで，硫黄酸化物，ばいじん，塩化水素や窒素酸化物などのばい煙，廃棄物焼却炉からのダイオキシン類，悪臭やベンゼン，トリクロロエチレンなどの揮発性物質，水素イオン濃度（pH），生物化学的酸素要求量（BOD）などの排出規制が実施されてきた。

最近では，地球温暖化防止対策が地球規模での緊急の課題と認識され，1997年12月の気候変動枠組み条約第３回締約国会議（地球温暖化防止京都会議）で日本は1990年比６％の温室効果ガス（二酸化炭素，亜酸化窒素，メタンなど）の削減を2008年から2012年の間に実行することとなっている。

環境計測器の国内生産高も，1996年から回復基調が続いており，1998年度は他の計測器の減少のなかで約 10 ％拡大している（日本分析機器工業会統計）。

本稿で述べる小形ガス分析装置の測定対象となる工場，事業所などのばい煙発生施設（固定発生源）から排出される有害ガスの測定監視は，昭和40年代初めにまず亜硫酸ガス（SO_2）から始まり，次いで昭和40年代後半には窒素酸化物（NO_x）が，1990年代初めには廃棄物焼却炉からのダイオキシン類排出対策用として，一酸化炭素（CO）が対象（1997年に対象焼却施設が拡大）になった。今後は温室効果ガス（二酸化炭素，亜酸化窒素，メタンなど）の測定監視の増加が見込まれる。

富士電機では1952年（昭和27年）に日本で初めて赤外線分析計の製造を開始し，市場要求にこたえて固定発生源の二酸化硫黄，窒素酸化物，一酸化炭素分析装置を開発し，環境計測の一端を担ってきた。最近では小規模施設まで規制の範囲が広げられ，設置スペース削減，小形化への要求が強まっている。今回，これらの要求に応じ，小形，省設置スペースの大気汚染監視用の多成分（NO_x，SO_2，CO，CO_2，O_2 の５成分）分析装置，廃棄物焼却炉の CO，O_2 分析装置を開発したので紹介する。

2　コンセプト

(1)　小形・多成分同時測定

前処理部，分析部および入出力部をそれぞれ19インチラックサイズにモジュール化し，小形化と標準化を図るとともに，多成分計では最小測定レンジ 0 ～ 100 ppm の高性能分析装置を構成する。

(2)　ユーザーフレンドリーなヒューマンインタフェース

大形 LCD を採用し，メニュー対話方式により操作性を向上させるとともに，前面保守構造として使いやすい分析装置を構成する。

(3)　豊富な機能を標準装備

ダイオキシン類排出規制に対応した機能や自動校正機能，各種演算出力などを標準装備する。

3　構　成

図１に小形多成分分析装置（形式 ZSU）および**図２**にダイオキシン対策用 CO/O_2 分析装置（形式 ZSQ）の外観を示す。両装置とも正面上段に入出力モジュール，中段に分析部，下段に前処理部（サンプリングモジュール）を収納し，それぞれ引出し構造により前面からの保守が可能となっている。ロッカ下部に校正用ガスボンベを収納する。

サンプリングモジュール部はオプションとして記録計を内蔵可能である。

図３に５成分同時測定の場合のサンプリングシステムの例を示す。煙道に取り付けられたガス採取器には電気加熱形の一次フィルタが内蔵されており，ここから吸引された試料ガスはガスコンディショナでミスト除去・ドレン分離された後サンプリングモジュールに導入される。このモジュールには除湿のための電子式ガス冷却器，流量計，メ

杉本　啓介

環境用，工業用分析計の開発・設計に従事。現在，富士電機インスツルメンツ（株）技術本部マーケティング部長。計測自動制御学会会員。

宇野　正裕

主として赤外線応用分析計の開発に従事。現在，富士電機インスツルメンツ（株）機器技術部主査。計測自動制御学会会員，日本金属学会会員。

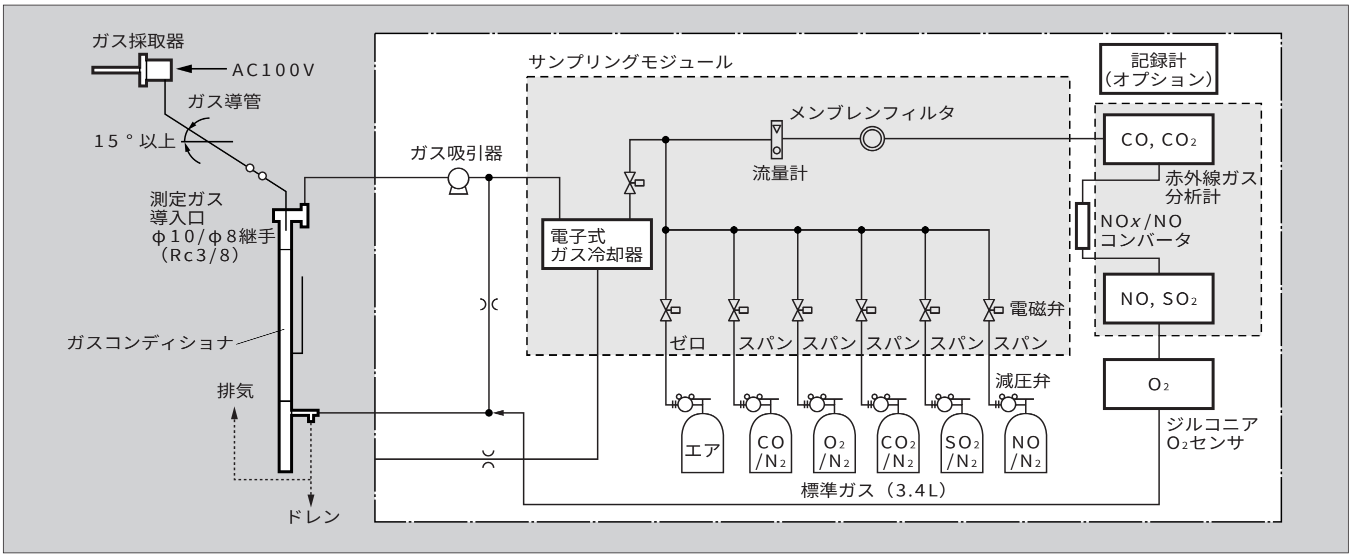
図１　多成分分析装置（形式 ZSU）

A7369-18-387

図２　CO/O_2 分析装置（形式 ZSQ）

A7164-18-106

図３　サンプリングシステム

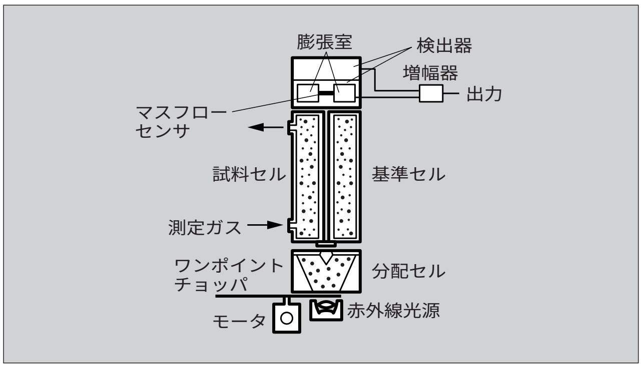


ンブレンフィルタおよび校正ガス用電磁弁が内蔵されている。今回，小形電子式ガス冷却器を開発し前処理部の小形化・モジュール化を可能にした。

分析モジュールにはダブルビーム赤外線ガス分析部を**2**台内蔵でき，**4**成分の同時測定が可能である。ワンポイントチョッパ（光束断続器）とマスフロー形検出器により高い SN 比を確保している。NO_x，SO_2 の最小測定レンジは **0**～100 ppm で，低濃度域を高精度で安定して測定できる。また標準 2 レンジ切換で最大 1：20 のレンジ比を得られる。

赤外線ガス分析計は，ヘリウムのような単原子分子や窒素のような二原子分子を除き，ガスがそれぞれ固有の波長の赤外線を吸収し，その吸収量がガスの濃度に比例することを応用している。**図4**にダブルビーム赤外線ガス分析計の原理図を示す。光源から放射された赤外光は，チョッパによって断続光とされた後，分配セルによって二光束に分けられ，一方は赤外線を吸収しないガスが封入された基準

図４　ダブルビーム方式分析計の原理構成図



セルを，他方は測定ガスが導入される試料セルをそれぞれ透過して検出器に入射する。検出器の二つの膨張室には通常測定対象成分ガスが封入されており，入射した赤外線を吸収し，その吸収量に比例して膨張する。試料セルの中で

図５　シングルビーム方式分析計の原理構成図

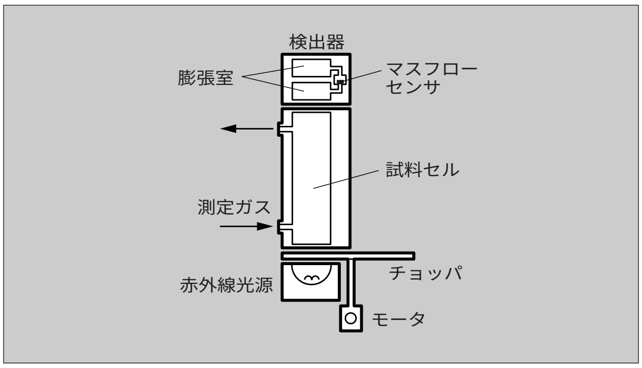
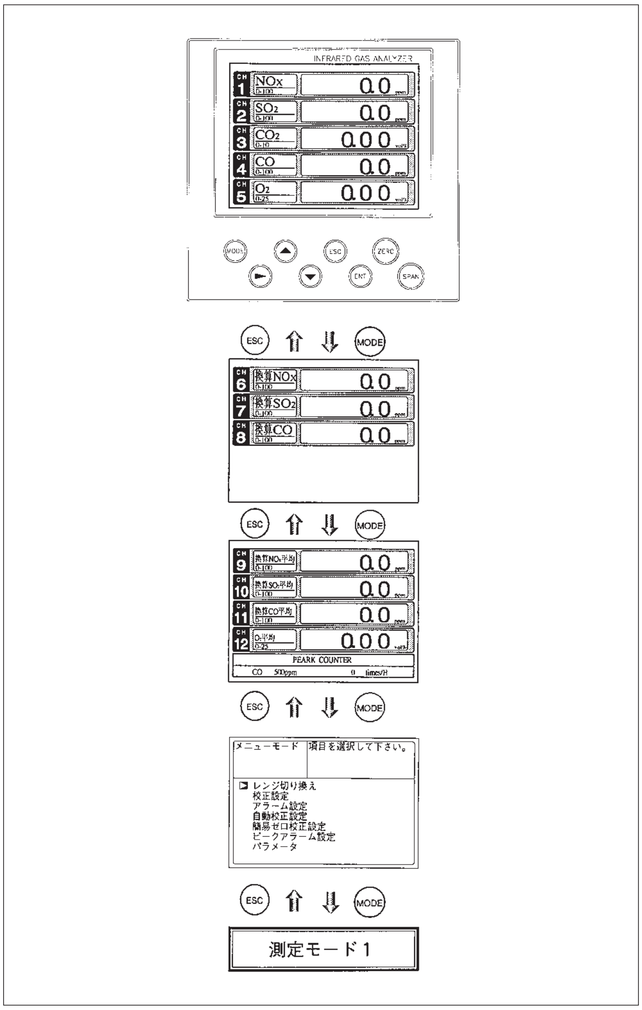


図６　表示メニュー



は，測定ガス中の成分ガスの濃度に応じて吸収をうけるため，測定セル側膨張室に入射する光量は基準セル側膨張室に入射する光量より少なくなり，そのため両膨張室間に圧力差を生じる。両膨張室を流路でつなぐと圧力差に応じた微少ガス流が発生する。この流れを高感度マスフローセンサによって検出する。入射光を遮断すると，圧力差が解消される方向に逆向きの流れが生じるので，チョッパによる入射光の断続により交流信号が得られる。これを同期整流して測定対象ガス濃度に比例した直流信号を得る。

ダイオキシン対策用 CO/O_2 分析装置の場合には，分析

表１　多成分分析装置（形式 ZSU）の主な仕様

測定対象	煙道排ガス中の NO_x，SO_2，CO，CO_2，O_2
測定方式	NO_x，SO_2，CO，CO_2：非分散形赤外線方式 O_2：ジルコニア式
測定範囲	NO_x：0〜100…5,000 ppm SO_2：0〜100…5,000 ppm CO　：0〜200…5,000 ppm CO_2：0〜5…20 vol% O_2　：0〜10/25 vol% （各2レンジ切換，最大レンジ比1：20，除く O_2）
表示方式	ディジタル（LCD）4けた（全成分同時表示）
繰返し性	±0.5%フルスケール
直線性	±1.0%フルスケール
ドリフト	ゼロ　±2.0%フルスケール/1週間以内 （O_2 は±2.0%フルスケール/1か月以内） スパン±2.0%フルスケール/1週間以内
試料流量	約2 L/min
応答速度	（装置入口から90%応答）SO_2：4分，その他：2分
出力	DC4〜20 mA 生出力，換算出力，平均出力（最大12）
接点入出力	自動校正中，保守中，分析計異常，濃度アラーム， レンジ情報，CO ピークカウント/アラーム 自動校正開始，レンジ切換，出力ホールド， 平均値リセット，ポンプオンオフ
機能	自動校正 O_2 換算演算 平均値演算（1分〜4時間可変） リモートレンジ切換 濃度アラーム CO ピークカウント/アラーム 計量法に基づく型式承認取得済み
電源	AC100 V　50 Hz または60 Hz
消費電力	約600 VA（加熱導管を含まず）
外形寸法	屋内用：1,550（H）×600（W）×800（D）mm 屋外用：1,640（H）×615（W）×910（D）mm （屋内用・屋外用とも外付けガスコンディショナ含まず）
質量	約170 kg

部にシングルビーム赤外線 CO 計を用いている。**図５**にその原理図を示す。二つの膨張室は赤外線透過窓により仕切られ，光軸に対して直列に配置されている。両膨張室間の圧力差により発生するガスの流れをマスフローセンサによって検出する。この方式は主として CO，CO_2 などを測定する工業用分析計に用いられ，シンプルで保守性に優れた構成となっており，多くの実績がある。

酸素濃度は安定性に優れたジルコニアセンサを用いて測定し，排ガス濃度の空気による希釈度合いを補正するための演算（O_2 換算）に用いる。

校正ガス用電磁弁は分析モジュールの信号処理部により制御され，自動校正が行われる。

図６に表示操作部を示す。最大５成分の瞬時値，O_2 換算値，平均値の測定モード画面３画面とメニューモード画面により，対話方式で操作できる。また，最も基本的な操作であるゼロ点およびスパン校正には専用キーを用意し，ワンタッチ校正とした。日本語メニュー（英文も可）を用いた操作性の向上は，誤操作などによるフィールドでのトラブルを大幅に解消し，計器に対するユーザーの信頼感を増すためのキーとなっている。

表２　CO/O_2 分析装置（形式 ZSQ）の主な仕様

測定対象	CO，O_2
測定方式	CO：非分散形赤外線方式，O_2：ジルコニア式
測定範囲	CO：0～200/1,000 ppm または 0～500/2,000 ppm O_2：0～25 vol%
繰返し性	±0.5%フルスケール
ゼロドリフト	CO：±2%フルスケール/週 O_2：±2%フルスケール/月
スパンドリフト	±2%フルスケール/週
直線性	±1%フルスケール
応答速度	（装置入口から90%応答）　90秒
出力	DC4～20 mA（CO 瞬時値，O_2 瞬時値， O_2 換算 CO 瞬時値，O_2 換算 CO 移動平均値/1時間および4時間）
機能	自動校正 O_2 換算演算 平均値演算（移動平均時間1時間，4時間） 規制値オーバのカウント/アラーム 記録機能（マイクロジェット記録計内蔵：オプション） 記録内容：CO 瞬時値，O_2 瞬時値， O_2 換算CO 瞬時値， O_2 換算 CO 移動平均値， 燃焼ガス温度×2（K熱電対入力） 計量法に基づく型式承認取得済み
周囲条件	－5～＋40℃，90%RH 以下
電源（消費電力）	AC100 V，50/60 Hz（約400 VA）
外形寸法	600（W）×1,550（H）×650（D）mm （外付けガスコンディショナ含まず）
質量	約140 kg

4　性能・仕様

表１に小形多成分ガス分析装置（形式 ZSU），**表２**にダイオキシン対策用 CO/O_2 分析装置（形式 ZSQ）の主な仕様を示す。横幅は両分析装置とも 600 mm で，設置床面積は当社従来比 25 %（ZSU）～ 40 %（ZSQ）減少し，省設置スペースを実現している。また，両装置とも計量法に基づく型式承認を取得済みであり毎個検定を受けることにより，測定値を取引きまたは証明に用いることが可能である。

5　あとがき

富士電機が長らく培ってきた環境用および工業用分析計の技術をベースとして，小形化と使いやすさに焦点をあてて開発した二つの機種についてその概要を紹介した。環境についての取組みが強化されるにつれて，これまで分析計と疎遠であった分野でも汚染物質の測定が必要となっていくと思われる。広い意味でのユーザーフレンドリーな分析計の必要性が増していくであろう。本装置がその特長を生かして，幅広い分野で応用されていくことを期待する。

今後とも，ユーザーニーズにこたえるための技術開発を通じ人間に優しい環境作りの一端を担っていきたいと考える。

参考文献

(1)　日本電気計測器工業会編集環境計測器ガイドブック（4 版）（1996）

食品製造業ソリューション

戸田　高道（とだ　たかみち）　　**石見　直俊**（いわみ　なおとし）

1　まえがき

製造業を取り巻く環境は，グローバル化，企業間競争の激化，環境問題への関心の高まりなど大きく変化している。これらを背景に，ビジネスリードタイムの短縮，直接部門・間接部門での生産性の向上，品質の向上および安定化，製造コストの低減，省エネルギーなど対応すべき課題は数多く多岐にわたっている。これらに対応すべく，従来の製造現場での制御システム，監視システムによる自動化・合理化に加えて，間接部門・経営管理部門での情報化が進められている。

富士電機は顧客が直面するさまざまな問題・課題に対して，情報技術をベースにした最適な解決（ソリューション）を提供するべく，従来富士電機が培ってきた各分野のノウハウをベースにソリューションの体系化を行い提供している。各ソリューション商品の特徴として下記の 4 点があげられる。

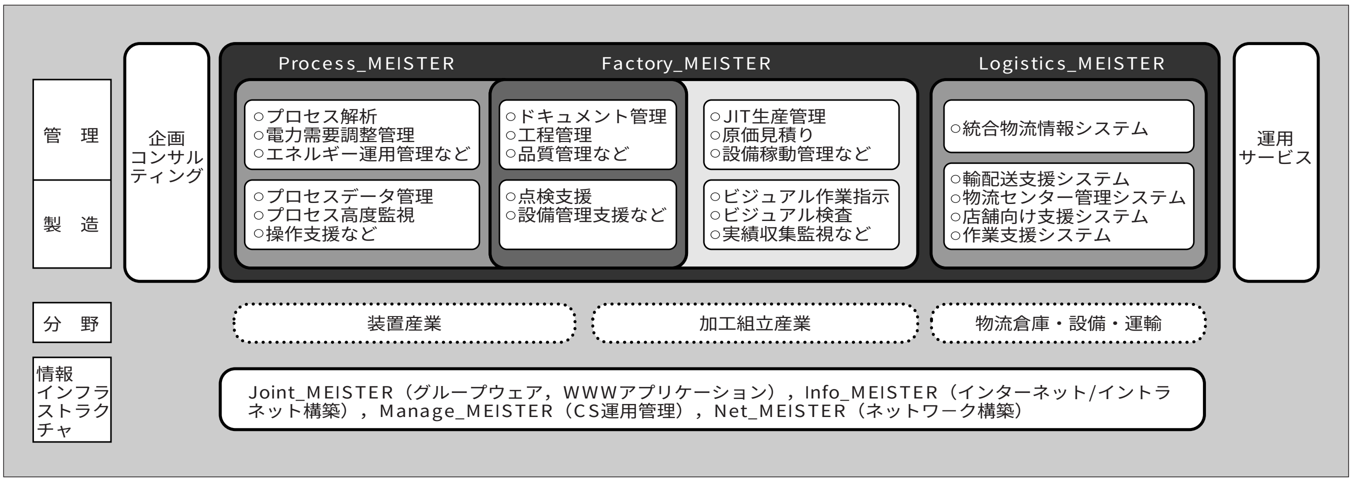
(1)　コンサルティングサービスによる問題点の抽出と解決策の立案
(2)　豊富なソリューションパッケージをベースとしたシステム開発
(3)　運用段階における各種運用支援サービスの提供
(4)　各種業界向けソリューションとの連携

富士電機では，製造業の顧客に向けて製造活動を支える情報制御システムを数多く提供してきた。その実績をベースとして，食品製造業の顧客に向けて，製造現場と管理・経営部門を結び付けるソリューションの提供を推進している。このなかで装置産業分野向けのソリューション商品である「プロセス生産ソリューション（Process_MEISTER）」を中核として，富士電機の幅広いソリューションメニュー（加工組立分野：Factory_MEISTER，物流分野：Logistics_MEISTER）を組み合わせて，より広範な部門に向けたソリューション提供を行っている（**図１**）。

2　食品製造業向けソリューション

食品分野では，製造物責任（PL）法の施行や，食中毒事故などに起因する安全性への不安感に対応するため，品質管理への対応は必須（ひっす）となってきている。このため，安全な食品を製造する管理方法として「HACCP（Hazard Analysis Critical Control Point ：危害分析・重要管理点）方式」が注目されている。また，品質を高度に

図１　製造業向けソリューションの提供



戸田　高道

計測制御システムのエンジニアリング業務に従事。現在，電機システムカンパニー情報制御システム事業部計測システム技術部担当課長。

石見　直俊

産業分野向けコンピュータシステムのエンジニアリング業務に従事。現在，（株）FFC システム本部第一システム統括部産業ソリューション部担当課長。

維持・改善するためにも，品質情報をはじめとした各種情報を管理し評価解析を通して，品質レベルの向上につなげる仕組みの構築や，製造設備そのものの安定稼動を維持するための保守活動の確実な実施などが必要となってきている。富士電機では上記の考えのもと，顧客に対してソリューション提案を行っている。

そのなかでポイントとしているのは下記のとおりである。

(1)　HACCP 対応

HACCP システムの導入を支援すると同時に，HACCP を中心として，食品の品質レベルの向上を実現する。

(2)　品質レベルの向上

製造現場で作り込まれる製品品質の状況を，製造部門での運転および操作（制御），標準作業にフィードバックする仕組みを構築することにより品質レベルの維持向上を図る。また，製品の品質を最終製品の分析結果を見るだけでなく，原料品質および製造過程途上で発生する各種品質情報を通して管理することにより，製品の異常原因の調査・分析を，長期にわたり工程をさかのぼって実施できる環境を構築して提供する。

(3)　製造活動の安定化

品質の安定した製品を製造するためには，製造設備の安定した稼動が前提となる。そのためには，予防保全も含めた信頼性の高い保守活動の仕組みを構築することが必要となる。

以下に，具体的な提案内容を紹介する。

3　HACCP 支援ソリューション

現在世界的に関心のもたれている食品の衛生・品質管理の手法に HACCP 方式がある。

日本国内でも，1995年の PL 法の施行，および1996年の改正食品衛生法の施行に伴う総合衛生管理製造過程承認制度のスタートをうけ，多くの食品産業企業が HACCP システムの導入を進めている。

HACCP 支援ソリューションは，企業の HACCP システムの維持・管理・運用を情報システムで支援するものである（**図2**）。具体的な内容は次のとおりである。

3.1　HACCP 記録管理ソリューション

HACCP 方式では，CCP（重要管理点）の測定値や判定結果などの記録を保存し，必要に応じて参照できることが必須である。

この記録をパーソナルコンピュータ（パソコン）上のデータベースで一括管理するソリューション商品パッケージが FHACCP である。

FHACCP を利用することにより，記録管理に伴う作業者の負荷の低減，記録保管スペースの削減，記録参照のスピードアップ，異常時・トラブル時の迅速かつ正確な対応を図ることができる。

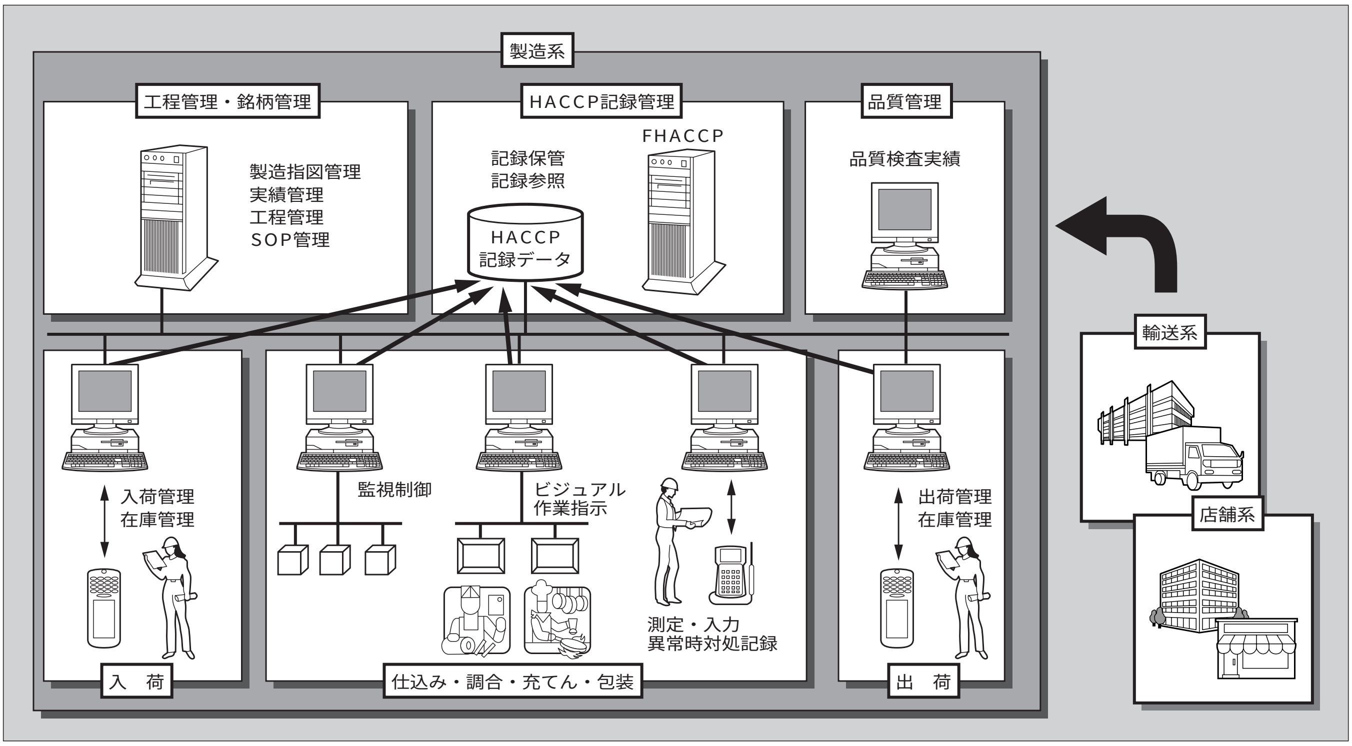
記録情報は，現場端末（ハンディターミナル）からの人手による入力のほか，加熱殺菌装置や冷蔵・冷凍庫などの設備からの自動入力が可能である。

3.2　製造系トータル HACCP ソリューション

HACCP 方式では，原料の入荷・保存から，製造過程および出荷までのすべての工程が対象となる。

富士電機では，すでに実績のあるソリューションパッケージ製品と FHACCP とを連携し，食品工場での品質管理レ

図2　HACCP 支援ソリューション



ベルの向上に向けてトータルソリューションを提供する。

以下にFHACCPと連携するサブシステムや情報の例を示す。

(1)　工程管理・銘柄管理

生産計画・製品レシピや実績に関する情報を管理し，製造ロットNo.や製造条件，数量などの情報を管理する。

(2)　入荷管理

原材料の受入検査結果などを記録保存する。

(3)　監視制御

殺菌温度や時間，冷蔵温度，冷凍温度などのデータを自動収集し，監視制御を行う。また収集したデータを帳票印刷するほか，データ連携により有効活用できる。

(4)　測定・入力

ハンディ端末を使用して製造実績や測定値（食品温度やATP値など）を現場で取り込む。

(5)　作業指示

製品・工程ごとにHACCPシステムであらかじめ定めた作業手順を現場端末画面で指示する。

(6)　出荷管理

保管状態（温度や時間など）や出荷情報（出荷先や出荷製造ロットNo.など）を管理する。

(7)　品質管理

分析結果，官能検査などの結果を記録保管する。

3.3　輸送系・店舗系ソリューションとの連携

HACCP方式は「農場から食卓まで」をキーワードに，製品が最終的に消費者の口に入るまでの衛生・品質管理をめざすものである。

富士電機では上記した製造系でのソリューションに加えて，食品の流通段階（輸送系と店舗系）においてもHACCP支援ソリューションの提供を推進している。

4　品質管理ソリューション

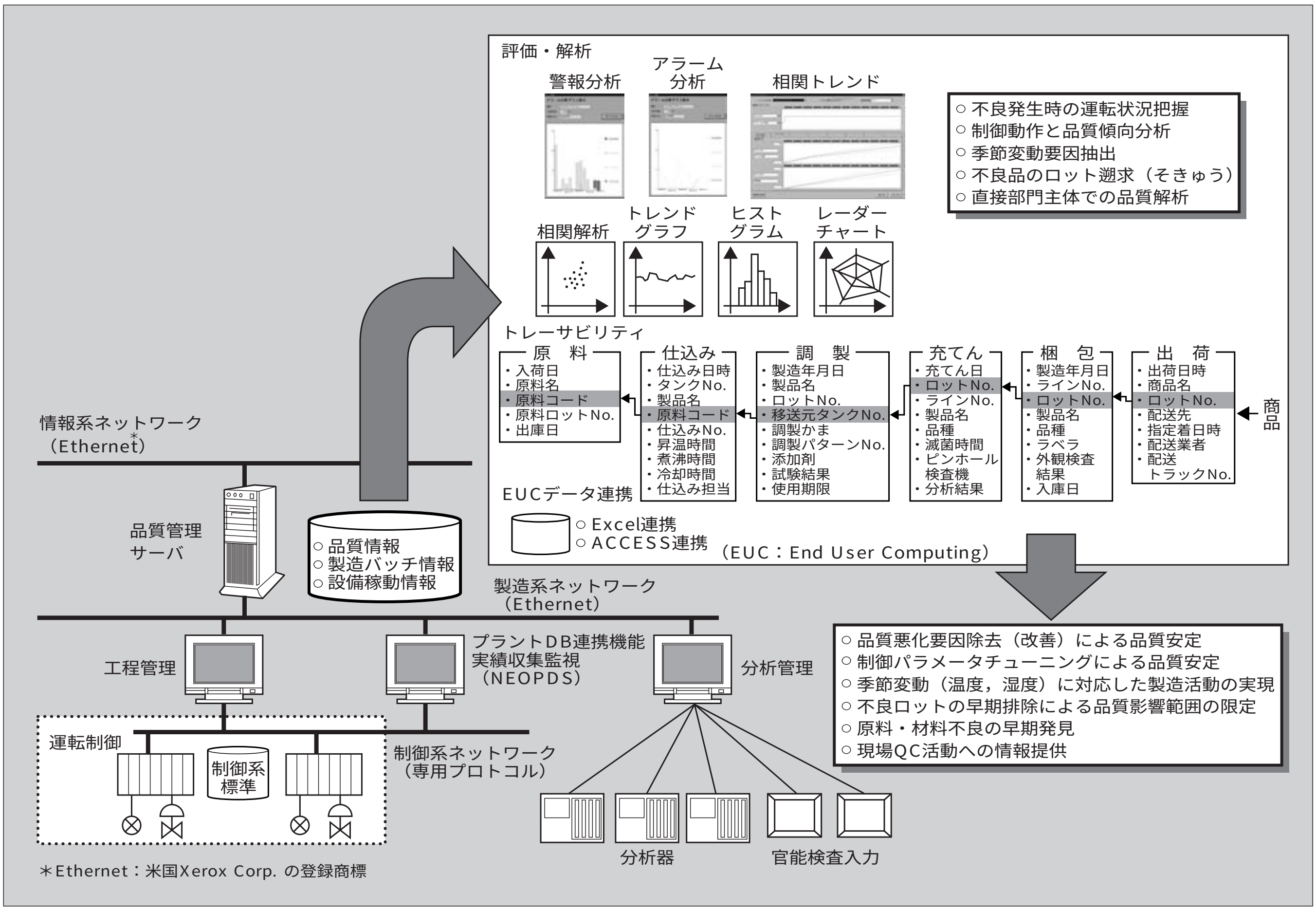
製造工場の品質管理部門では，成分分析・官能検査など，日々数多くの検査・分析業務が行われており，これらの記録は品質検査実績として保存されて品質管理上の重要なデータとなっている。

品質レベルを向上し，製造活動の高度安定操業を実現するためには，これらの品質情報を，設備稼動情報，製造バッチ情報と連携して活用する必要があり，それを実現する手段として品質管理サーバの構築が必要となっている（**図3**）。

4.1　品質管理サーバ

品質管理サーバにて以下の情報を収集，共有化することにより各種ソリューションの提供を実現する。

図３　品質管理ソリューション



(1)　品質情報

サンプリングされた製品の分析結果であり，分析装置とインタフェースを行うことにより，自動で情報収集を行うことができる。品質データとしては分析結果のほかに，官能検査結果などを併せて管理する。

(2)　設備稼動情報

製造過程における，製造現場から発生する各種情報であり，プロセスの挙動（温度・圧力の推移など）そのものをデータベースに取り込むものである。この情報を，品質情報と組み合わせて利用することにより，品質正常・異常時のプロセス挙動の比較・評価などを行うことができる。

設備制御は，運転制御コンピュータの管理のもと，分散形制御システム（DCS）やプログラマブルコントローラ（PLC）にて実施され，制御系ネットワークで接続されている。この制御系ネットワークから直接情報を取り込み，データベースに収集することにより既設システムへの影響を最小限にして情報収集を行うことが可能となる。

(3)　製造バッチ情報

原料から商品になるまで，製品は数多くの工程を経て製造される。その多くは工程ごとにバッチ運転が行われ，バッチ単位の実績として管理されている。製造過程において発生する各工程の情報（製造設備，製造レシピ，使用原料など）をバッチNo.でひも付け相互に関連付けることにより品質異常が発生した場合，その原因を，工程をさかのぼってトレースすることができる。

4.2　品質管理ソリューション

品質管理ソリューションは，上記で収集記録したデータを評価・解析を通して製造活動の改善につなげることで，製造活動のトータルな品質管理レベルの向上および製品のトレーサビリティの確保を目的とするものである。

(1)　評価・解析

設備情報，製造バッチ情報，分析情報を連携させ評価解析することにより，下記の効果がある。

例えば品質情報に特異データが発生した場合，異常発生時の設備稼動情報を正常運転時と比較，解析することにより，異常の原因となった運転動作あるいは制御動作の追求が行える。この結果を運転作業標準や，制御パラメータにフィードバックすることにより，品質レベルの向上を図る。

(a)　不良発生時の運転状況把握

不良発生時の運転状況（反応時間，昇温時間，操作タイミングなど）を，比較し正常品質時と異常品質発生時の差異を検出することで，異常原因の特定および原因除去（改善）につなげる。

(b)　制御動作と品質傾向の分析

製造にかかわる制御パラメータの多くは制御装置のなかで管理されている。制御パラメータ変更時の運転状況の推移および品質情報を併せて解析することにより制御パラメータのチューニングを行う。

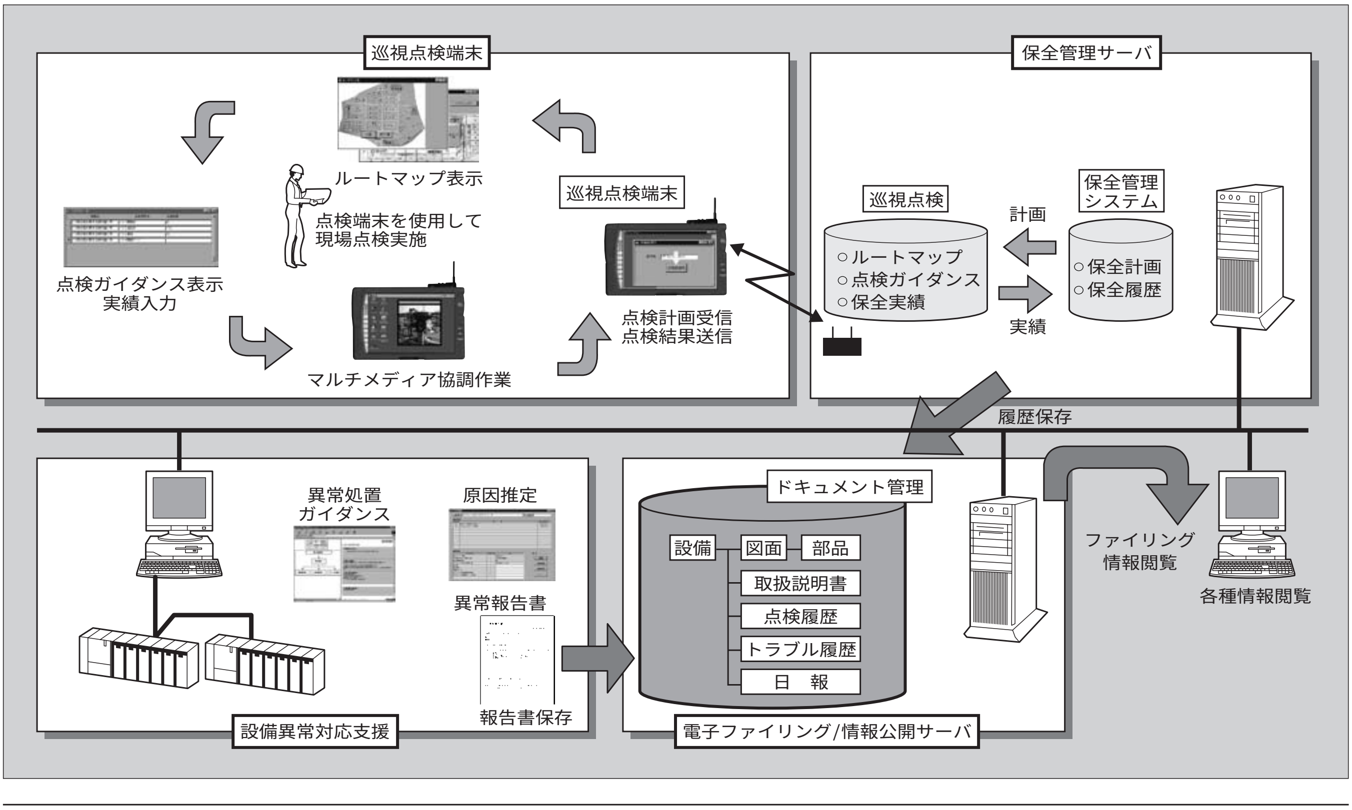
(c)　季節変動要因抽出

同一製品を異なる季節で製造した結果の品質情報および運転状況を比較することで，季節変動（温度，湿度）に対応した製造活動を実現する。

(2)　トレーサビリティ

品質異常が発生した製品に関して，同一原料・中味を使用した製品をトレースすることにより，品質異常の影響を

図4　保全管理ソリューション



把握することができる。製品の包装資材，流通経路の情報を取り込むことにより，最終製品が顧客に届くまでのトレーサビリティの確保が可能となる。

(3)　EUC（End User Computing）

EUC に向けたデータ提供機能（Excel〈注 1〉，Access〈注 2〉形式データ）を実現することにより，直接部門主体での品質解析（QC 活動での情報活用）が行える。

5　保全管理ソリューション

安定した品質の製品を製造するには，製造設備の安定稼動が必要であり，そのためには確実な保全の実施が重要となる。保全業務では設備機器台帳，点検台帳などの管理が重要であるがその多くが人手に頼っている状況であり，また点検実績も，点検した結果をその都度手入力している。

保全管理ソリューションは，保全管理システムを中心として，保全業務の情報化を進めることにより，保全の効率化および精度向上を実現し，設備の安定稼動に寄与するソリューションである（**図 4**）。

(1)　保全管理システム

保全管理に必要な機能を統合して提供するものであり下記の機能を提供する。

(a)　機器台帳管理

機器台帳を管理する。添付ファイルとして図面や写真などを併せて管理することができる。

(b)　保全周期管理・保全計画管理

保全の履歴と，保全予定を保全カレンダーに統合管理する。また保全カレンダーと併せて保全計画を作成する。

(c)　保全履歴・修理履歴管理

保全を実施したときの実績（停止時間，修理費用実績，備品費）を管理する。また突発的な故障に対して修理を行った結果を修理作業履歴として管理する。

(2)　保全管理ソリューション

保全管理システムと連携することにより，各種ソリューションを提供する。

(a)　巡視点検

〈注 1〉Excel ：米国 Microsoft Corp. の登録商標

〈注 2〉Access ：米国 Microsoft Corp. の登録商標

マルチメディア携帯端末を活用し，現場に出た保全員に対する情報提供を行うことにより，効率のよい確実な保全が行える。

○保全計画表示

○点検ルートマップの表示

○点検ガイダンス表示・実績の入力指示ガイダンス

現場での異常発生時に，音声・映像を活用して事務所と情報交換を行うことにより，現場と事務所で協調して対処作業が行える。

(b)　設備異常対応支援

異常発生時の映像，音声，プロセスデータを総合的に記録し，障害事例として登録しデータを蓄積する。障害発生時に検索機能を使用して類似の事例照会を行うことにより，早期診断が可能となる。またあらかじめ登録しておいた対応ガイダンスを表示することにより的確な対応が行え，早期の対応が可能となる。また，異常処理の結果を報告書として保存することができる。

(c)　ドキュメント管理

保全業務で必須となる，各種図面，サービスマニュアル，取扱説明書などを効率よく管理する。また保全を行った結果の点検履歴などの実績データを保管できる。管理対象の図面および書類は情報公開サーバを経由して，ネットワーク経由で閲覧が可能である。

6　あとがき

本稿では，食品製造業に向けたソリューションの考え方とその展開について紹介した。食品製造業における課題は本稿に述べた課題以外にも多岐にわたっている。それらを解決していくには，コンサルティングによる顧客の課題の抽出と解決策の具体化・システム化を行っていく必要がある。富士電機がこれまで各分野で培ってきたノウハウを組み合わせて，顧客の抱えるさまざまな課題に対して，幅広い視点から，ソリューションを提供していく所存である。

参考文献

(1)　白川順一ほか：プロセス生産ソリューション「Process_MEISTER」，富士時報，Vol.71，No.12，p.660-663（1998）

省エネルギーソリューション

安東　伸彦（あんどう　のぶひこ）　福田　英治（ふくだ　えいじ）　窪田　新一（くぼた　しんいち）

1　まえがき

1997年12月，気候変動枠組み条約第3回締約国会議（通常，地球温暖化防止条約京都会議，COP3といわれている）が開催され，そのなかで，2010年ごろの温暖化ガスを1990年度レベルから世界で5％，日本で6％削減するという大変厳しい内容が決定された。

一方，温暖化ガス発生の90％がエネルギー消費に起因することから，エネルギーの有効利用が大きなテーマとなっている。

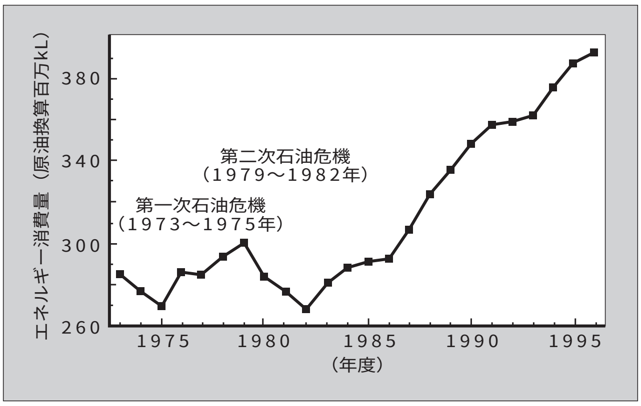
また，環境に関する国際標準規格ISO14001を取得または取得予定の企業が急増し，環境・省エネルギー問題に真剣に取り組み始めたこと，改正された「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（以下，改正省エネ法という）が，1999年4月1日から施行されたことなど，省エネルギー促進の環境が整いつつある。しかし，エネルギー消費量は，**図1**のとおり増加傾向にあることから，今後，さらに下記のような取組みが重要であり，かつ急務であると考え，富士電機として，これらのテーマに積極的に取り組んでいる。

(1)　電力負荷を低減する。

(2)　エネルギーの無駄をなくす。

(3)　電力使用の平準化を積極的に推進する。

図1　わが国の最終エネルギー消費量の推移
（出典：総合エネルギー統計）



2　改正省エネ法のポイント

増え続けるエネルギー消費をどう減らすかが改正省エネ法の役割である。そのため，従来に比べ厳しい規制内容となっており，義務・罰則も強化された。

改正の大きなポイントは**表1**のとおりであるが，簡単にまとめると下記となる。

(1)　従来のエネルギー管理指定工場を「第一種エネルギー管理指定工場」とし，新たに「第二種エネルギー管理指定工場」を設けた。

これにより，従来の5業種以外の分野（ビル，デパート，ホテル，学校，病院，官公庁など）にも対象が広がった（従来の約3,500工場に約9,000工場・事業所が加え

表1　改正省エネ法の改正ポイント

（網掛け）：1998年6月改正，1999年4月施行

項目＼分類	第一種エネルギー管理指定工場	第二種エネルギー管理指定工場	備考
電力使用量/年（平均需要電力）	1,200万kWh以上（約6,000～7,000kW）	600万kWh以上（約3,000～4,000kW）	電気の指定工場
原油換算使用量/年	3,000kL以上	1,500kL以上	熱の指定工場
目標	エネルギー消費原単位年平均1％以上低減	エネルギー消費原単位年平均1％以上低減	
義務	合理化の努力義務 エネルギー管理者の選任・届出義務 定期報告の提出義務 中長期計画（3～5年）の提出義務	合理化の努力義務 エネルギー管理員の選任・届出義務 エネルギー管理員の定期受講義務 エネルギー使用状況の記録義務	
罰則（罰金）	あり	勧告のみ	省エネルギーが不十分な場合
対象（想定）	約3,500工場	（約9,000工場・事業所）	
対象業種	5業種（製造業，鉱業，電気供給業，ガス供給業，熱供給業）	左記の5業種に下記を追加（ビル，デパート，ホテル，学校，病院，官公庁など）	

トップランナー方式（エネルギー消費効率最高商品以上にする）の導入
エネルギー消費原単位＝エネルギー使用量/生産量

安東　伸彦

民需産業向け計測制御システムを主体とした企画，設計エンジニアリング業務に従事。現在，電機システムカンパニーエコプロジェクト推進室理事。

福田　英治

UPSシステムを主体としたビル用電気設備のエンジニアリング業務に従事。現在，電機システムカンパニーエコプロジェクト推進室省エネルギー部署部長。

窪田　新一

原子力設備の設計，開発に従事。現在，電機システムカンパニーエコプロジェクト推進室新エネルギー部署部長。

図２　省エネルギー診断サービス

られたことになる）。

(2)　エネルギー原単位が明確になった。
（エネルギー原単位＝エネルギー使用量/生産量）

(3)　トップランナー方式を導入した（エネルギー消費効率を現在商品化されている製品のうち最も優れている機器の性能以上にする）。

(4)　第一種エネルギー管理指定工場には，合理化に関する将来の計画の提出を義務づけた。

(5)　そのほかに次の項目をあげることができる。

(a)　コンピュータなどによる計測・記録を義務づけた。

(b)　廃熱の積極的な再利用と高効率機器・方式（機能）の採用を義務づけた。

(c)　太陽光発電，風力発電などの非化石燃料を使用するクリーンエネルギーを原単位管理の対象から除外した（総消費エネルギーから除外できる）。

3　富士電機の省エネルギー活動

富士電機では「省エネルギー」を切り口として，需要家が本当に求めているサービス，システム，単体機器，ソフトウェア，ハードウェアなどを，需要家と協力して創造・開発し，供給をしていく。産業界の生産設備は，その用途，運転方式，エネルギー消費形態，運転サイクルなど千差万別であるから，省エネルギーの手法はあらゆる分野の技術者の英知を集めることが重要である。これらの状況に対応して富士電機は，省エネルギー活動の中核として，エコプロジェクト推進室を創設した。エコプロジェクト推進室の活動の基本方針は次のとおりである。

(1)　地球温暖化防止に貢献すること

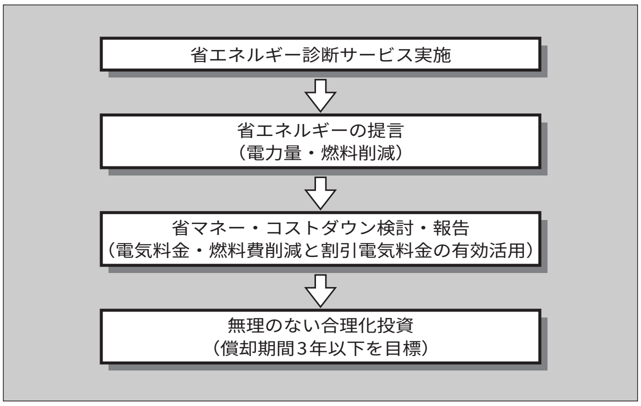
(2)　無駄なエネルギーの削減を推進すること

(3)　需要家にフィットした省エネルギーシステムを提案・構築すること

(4)　非化石燃料エネルギー，特に新エネルギー・代替エネルギーの普及・拡販に貢献すること

具体的な活動内容としては，改正省エネ法でいう第一種・第二種エネルギー管理指定工場を中心とした需要家に対し，**図２**のような省エネルギー診断サービスを通して「需要家の問題・課題」を互いに認識し，何を考え，何を実施すればよいかを需要家と対話方式で解決していくことにしている。

図３　省エネルギー投資の手順の一例



特に，第一種エネルギー管理指定工場では，省エネルギーの短期対策だけでなく，改正省エネ法で提出義務のある中長期対策についても「需要家の立場で考え」「需要家に役立つ」ことを提案するように心がけている。

また，長引く不況（投資環境悪化）下で，改正省エネ法に従い，エネルギー消費原単位の対前年比１％以上改善にあたっては，投資効果，マンパワーの最小化，プラント停止期間の最小化などを十分考慮し，特に投資については，**図３**のとおり「需要家に無理のない，償却期間の短い」計画で施工できることを心がけている。

エネルギー管理指定工場の生産設備には，その工場特有の機械設備が多く，省エネルギー対策を提案するには高度な技術力・知識，その他現場特有の問題の把握が要求される。

そこで，常に一番重要なことは，需要家の立場になって「一緒に悩み」「一緒に問題・課題を見つけ」「一緒に検討し」「一緒に解決し」「一緒に満足する」ことである。

今まで実施した主な診断対象は，**図４**のとおりである。次章で述べる省エネルギー機器・システムなどをバランスよく活用して，効果的な「省エネルギー・エンジニアリング」を実現することが最も重要である。

4　省エネルギー機器・システム系列の構築

富士電機は，**図5**のとおり，多岐にわたる省エネルギー機器・システムを製造・販売している。

一方，改正省エネ法では，特に**図6**のとおり三つの推進を強調していることから，これらのシステム系列を分析し，相互間に有効に働く方式を構築することが重要である。

4.1　廃熱有効利用と高効率機器などを活用した高効率化の推進

(1)　廃熱有効利用

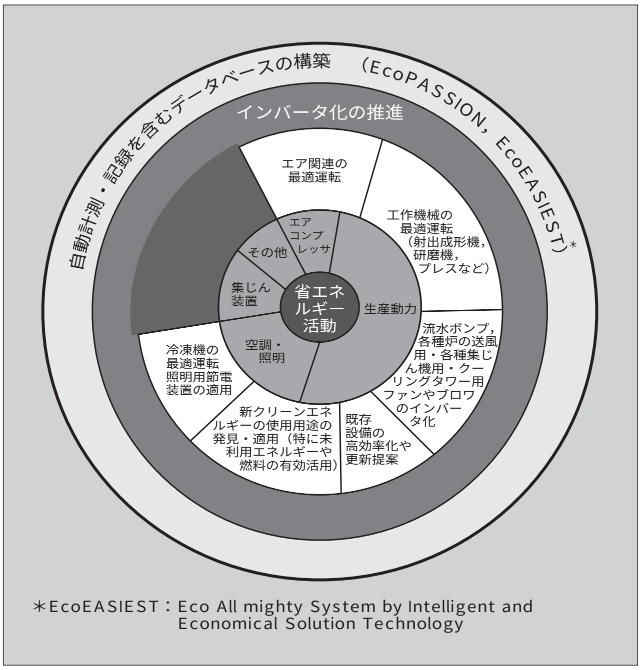


図4　エネルギー管理指定工場におけるエネルギー消費分布と省エネルギーアイテム

廃熱回収についてはボイラ廃熱回収，蒸気ドレン回収，工業炉の廃熱回収など種々の対象があるが，富士電機では特に改正省エネ法で活用を強調されているコージェネレーションの有効活用に力を入れている。富士電機が系列化しているコージェネレーションを**表2**に示す。選定にあたっ

図5　富士電機のエコロジー製品

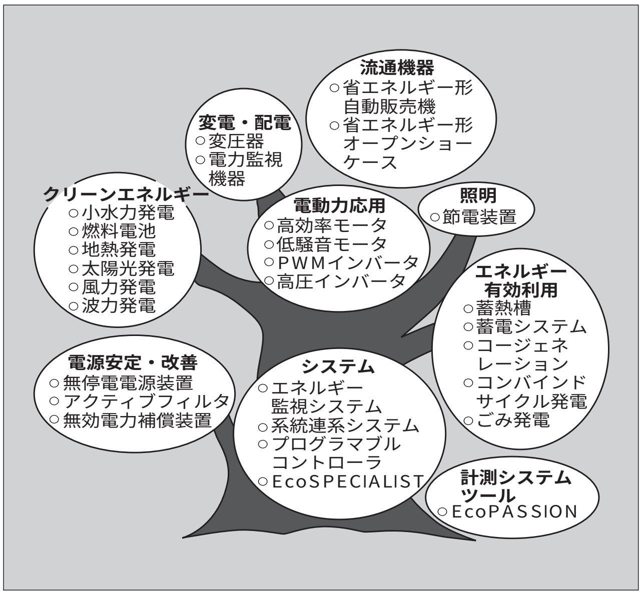


図6　改正省エネ法の推進ポイント

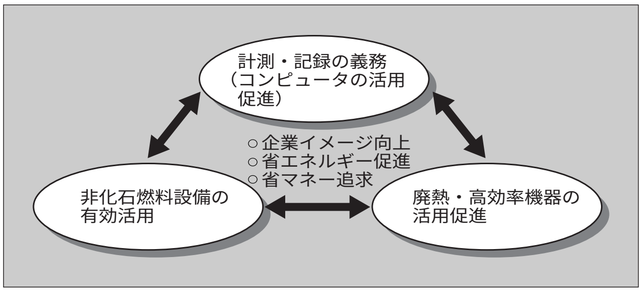


表2　富士電機のコージェネレーション

項目＼分類		燃料電池	ガスタービン	ガスエンジン	ディーゼルエンジン
容　量		50 kW～11 MW	650 kW～10 MW	～5 MW	～10 MW
電気効率（LHV）		40%	15～28%＊	27～35%	35～40%
総合効率（LHV）		～75%	～75%	～80%	～67%
環境適合性	NO_x	◎	◎	◎	△
	SO_x	◎	◎	◎	○
	ばいじん	◎	◎	◎	△
	騒　音	◎	◎	◎	△
保守性	交換頻度	樹脂交換：2,000 hごと	オイル交換：500 hごと	オイル交換：500 hごと	オイル交換：500 hごと
	停止保守	1回/年	1回/年	1回/年	1回/年
価　格		△	○	○	◎
その他		排気がクリーン 部分負荷でも高効率 イニシャルコストが高い	軽量コンパクト 熱需要とのマッチングが重要 部分負荷で効率ダウン	ばい煙が少なく熱回収が容易 部分負荷で効率ダウン	発電効率が高い ばい煙による熱交換器の汚れ 部分負荷で効率ダウン

＊：数十 MW 以上の規模になると36%になる。蒸気タービンと組み合わせると44%まで向上する。
◎：非常に良好　○：良好の範囲に入る　△：劣る　×：不可

ては，電気・熱負荷の割合，容量系列，対環境性（企業イメージも含む），経済性などの目的に合致することが重要である。そのうえで，目標に近い最適なシステムを選定することが重要である。

(2)　高効率機器などを活用した高効率化

ここでは**表３**のとおり，高効率機器の適用，既存システム・機能の再評価・改善による高効率化，代替エネルギーを活用したデマンド値削減，夜間電力の有効活用による高効率化推進などの幅広い対策を有機的に結合，検討し採用することにより，効率改善が可能となる。

4.2　非化石燃料設備の有効活用

今後さらに一層の環境改善・保護が重要となり，CO_2ガス削減が最重要課題である。そのため，あらゆる分野で企業イメージをかけた取組みとして，ISO14001や改正省エネ法対応が重要となる。特に，改正省エネ法では，非化石燃料設備の有効活用により，そのエネルギーを，原単位管理から除外できるというメリットがある。適用にあたっては，当然，経済性は重要な要素であるが，対環境性，企業イメージなどが優先される場合もある。エコプロジェクト推進室としては，**表４**に示す新エネルギー分野の普及・拡販に力を入れている。本分野については，今後，さらに伸長していくものと推測している。

なお，非化石燃料設備または新エネルギーには，多種の導入支援策や補助金制度も適用可能である。

4.3　計測・記録

省エネルギーの基本は，計測・記録である。エネルギーが有効な条件（量，質，時間，場所）で使用・消費されているかどうかを的確に知るために，まず，現場設備ごとのエネルギー使用量を測定・記録し，エネルギーの使用実態を把握する必要がある。

現状の実態が把握され，生産量・環境状況との相関などが分析されれば，エネルギー使用量に大きく影響するのは何であるか，また，それぞれの機器を効率よく運転するための条件が何であるかなどを知ることができる。その結果，設定条件などを変更することにより，どの程度の効果が期待できるかを予測することも可能となる。

また，各種記録データは，予防保全や省エネルギー対策の評価などにも活用できる。

計測・記録について，第二種エネルギー管理指定工場相当の各企業からアンケートをとった結果，**図７**に示すように，現状でも約半分が不完全であり，全体の約60％がデー

表３　高効率機器などを活用した高効率化

〈既存システム・機能の再評価・改善〉 小形分散配置によるロス削減 （エアコンプレッサ，ボイラ，冷凍機など） 配電電圧の適正化 （例えば200 Vから400 Vへ電圧変更など） 配電結線の短縮化 三相電源中のアンバランス除去	〈高効率機器の適用〉 高効率モータ 回転数制御装置 （インバータ） モールド変圧器 照明用節電装置
〈代替エネルギーによるデマンド値削減〉 コージェネレーションシステム 電気のみの供給システム （常用発電システム，太陽光発電システム，風力発電システムなど）	〈代替エネルギーによる夜間電力活用〉 蓄熱システム （氷蓄熱など） 蓄電システム （SPS*など）

＊SPS：Stand-by Power System

図７　計測・記録の実状と自動化のニーズ

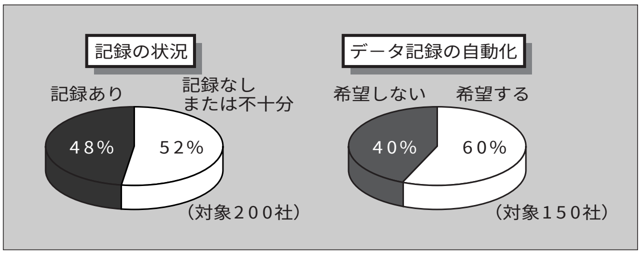


表４　新エネルギー分野の取組み状況

分　野	国内市場	富士電機の取組み	備　考
風力発電	（1996年）1.4万 kW → （2010年）30万 kW（対策ケース） 〔NEDO*新エネルギーデータ集（1998年）〕	風車を含めて全体システムとして取組み （特に，系統連系システムの実績が豊富である）	導入に際しては各種助成制度あり （補助金・融資・税制）
太陽光発電	（1996年）5.7万 kW → （2010年）500万 kW（対策ケース） 〔NEDO 新エネルギーデータ集（1998年）〕	産業用システムを主体として取組み （電力システム用，村落電源用，通信計測用など実績は豊富である） アモルファス太陽電池については開発中	同　上
ミニ水力発電	ダム維持放流用 農業用水 水道施設など	大規模な水力発電はもとより，わずかな水の落差の活用が可能なミニ水力発電についても取組み	同　上
燃料電池	（1996年）1.6万 kW → （2010年）220万 kW（対策ケース） 〔NEDO 新エネルギーデータ集（1998年）〕	リン酸形燃料電池について低コスト化製品を開発，今後，量産機を発売	同　上
波力発電	（1997年） 実海域実験中（数十件程度） 〔賦存（ふぞん）エネルギーとしては豊富：日本海域では3,500万 kW の波パワーが平均的に来襲〕 〔運輸省試算（1997年）〕	実海域実験システムのほとんどが富士電機製	──

＊NEDO：新エネルギー・産業技術総合開発機構

タ収集の自動化を希望している。しかし，計測・記録の必要性が分かっていても，従来のような計測システムを導入することは，費用の捻出（ねんしゅつ）などで現実には非常に困難となっている。

富士電機では，省エネルギーの計測システムツールの一つとして，エネルギー計測が簡単で，かつ低価格で実現できるエコモニタリングシステム（EcoPASSION〈注1〉）を用意している。本システムを採用することにより，今まであきらめていたきめ細かな設備ごとのエネルギーまで計測が可能となる。なお，本システムの標準ソフトウェアパッケージの一つとして，通商産業省への各種提出書類やデータを電子化されたデータベースとして簡単に取り扱うことのできる報告支援システム（EcoTOPICS〈注2〉）も用意している。

また，各種計測により，生産工程とエネルギー消費との相関がとれれば，さらに高度な省エネルギーシステムの導入が可能となる。このような検討が容易に実現できる支援ツールとして，東京電力(株)との共同開発による需給調整運用管理システム（EcoSPECIALIST〈注3〉）を商品化している。このシステムは，生産量を変化させることなく，電気使用料金を引き下げることを目的としたスケジューリングシステムであり，すでに実プラントに適用し，その効果を実証している。

〈注1〉 EcoPASSION：Eco Power Analysis Sensor with Intelligent Optional Needs

〈注2〉 EcoTOPICS：Eco Total Power Informed in Consumption Submitting System

〈注3〉 EcoSPECIALIST：Eco Strategy of Power Economy by Current Improvement Analysis for Line Shop (being) Total

5　あとがき

富士電機の省エネルギー診断活動の一部を紹介した。しかし，実際の現場を診断する場合は前述のように千差万別で単純なシステムにまとめることはなかなか難しいが，それぞれに最適な省エネルギーの提案も数多く実施し，実績も上がっている。

今後，さらに省エネルギー診断を通して，多くの需要家と面談し，議論し，悩みを共有化し，問題の解決を実行したいと考えている。

本来，省エネルギー活動とは設備のぜい肉を徹底的に削り取る継続活動であり，けちけち運動である。組織全員を巻き込んだ活動にすることが重要である。その意味でも，需要家の設備・組織を十分に理解・把握し，需要家に満足していただける提案を今後も継続していく所存である。

多くの需要家の設備の検証を行い，協力して大幅な省エネルギーの実現が達成できることを期待している。

技術論文社外公表一覧

標題	所属	氏名	発表機関
速度センサレスベクトル制御の遠心脱水装置への適用例	富士電機総合研究所 〃 神戸工場	田島　宏一 海田　英俊 鉄谷　裕司	平成11年電気学会産業応用部門全国大会（1999-8）
インバータ出力電圧の高精度化	富士電機総合研究所 〃	伊東　淳一 石井　新一	
平型 IGBT 直列接続時のスイッチング試験	富士電機総合研究所 〃 〃	阿部　康 丸山　宏二 高坂　憲司	
フィードバック制御のためのディジタル信号の最小二乗法による量子化ノイズの低減	情報制御システム事業部 〃 〃	西田　英幸 藤森　晃 戸高　雄二	
薄膜インダクタを集積化した1W級モノリシック DC/DC コンバータの開発	富士電機総合研究所 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃	片山　靖 鵜頭　政和 菅原　聡 林　善智 中澤　治雄 江戸　雅晴 黒木　一男 松崎　一夫 米澤　栄一	
ソフトスイッチング方式マルチチップパワーデバイス	富士電機総合研究所 〃 松本工場 〃	五十嵐征輝 鈴木　明夫 桑原今朝信 寺沢　徳保	
凝集センサを用いた最適薬注制御システム	情報制御システム事業部 富士電機総合研究所	細川浩一郎 大戸時喜雄	

バッチプラントの情報制御システム

菅沼　利昭（すがぬま　としあき）　　御厨　隆（みくりや　たかし）

1　まえがき

近年，バッチプラントを扱う化学工業分野ではバブル経済崩壊後，品質の高度化，安全化の要求は厳しくなる一方である。また，労務単価の高騰や人手不足も重なって，省人化，省力化を一層進めなければならなくなってきている。このような状況のなかで自動化，合理化だけでなく，変種変量生産，短納期化，高品質化などの市場ニーズの多様化に対応した情報制御システムが要求されている。一方，設備投資額の低減のため，低価格システムをも要求されている。

本稿では，このような環境下で必要とされるバッチプラントの情報制御システムを紹介する。

2　バッチプラント向け情報制御システム

バッチプラント向けシステムの顧客ニーズと対応システムは次のとおりである。

(1)　既存設備の利用で生産性向上をしたい（大規模投資は過去のもの）→統合とオープンな分散形制御システム（DCS）化

(2)　小規模で安価な操作性がよいシステムとしたい→低コストのパーソナルコンピュータ（パソコン）応用システム

(3)　計器室の統合を行いたい→システムのオープン化

(4)　変種変量生産を簡単に行いたい→フレキシブル銘柄管理システム

これらの要求にマッチしたシステムとしてパソコン応用のオープン統合化制御システム「FOCUS」およびフレキシブル銘柄管理パッケージソフトウェア「FLEX-BATCH」を使用した情報制御システムについて述べる。

2.1　オープン統合化制御システム FOCUS

近年，パソコンはハードウェア，ソフトウェアの両面にわたりめざましい発展を遂げ，価格も低下している。また，産業分野で使用するグラフィカルユーザーインタフェースのパッケージも専門メーカーから市場に本格的に提供される状況となっている。一方ユーザーでも，パソコンの導入に積極的に取り組んでおり，メーカーに対し，現状の中小の計装システムを構成する DCS として，パソコンを応用した計装システム（以下，FOCUS システムという）を要求する場合が多くなっている。**図１**にシステム構成を示す。

FOCUS システムの特長は次のとおりである。

(1)　オープン環境のプラットホーム

(a)　オペレータステーションとして DOS/V〈注 1〉機を採用している。パソコン本体やプリンタなどの周辺機器は，用途に応じた最適な機種を選択し，使いやすくコストパフォーマンスのよいシステムを構築できる。

(b)　OS は Windows NT〈注 2〉を採用し，親しみやすい操作性と高い信頼性を実現するとともに Windows NT 用各種流通ソフトウェアを利用することができる。

(c)　Ethernet〈注 3〉により FA，OA など他システムとのデータ連携を可能とした。

製造，物流，保全など広範囲にわたる統合システムの中での活用を容易にしている。

(2)　目的に合わせて選べるコントローラ

(a)　ACS-2000 は，富士電機の DCS である MICREX シリーズと共通な EI 統合コントローラである。DCS で培われてきた機能，性能，信頼性，ソフトウェア資産をそのまま継承している。

(b)　シーケンス制御を中心とする場合には，プログラマブルコントローラ MICREX-F を使用することによりコストミニマムなシステムが構築できる。システム規模に合わせて最適な機種を選択することができる。

(3)　簡単操作のエンジニアリング

(a)　プラント監視画面の運用・支援に関しては，Wonderware 社の InTouch を採用。グラフィカルな画面をプログラムレスで作成できる。

〈注 1〉DOS/V ：日本アイ・ビー・エム㈱の商品名称
〈注 2〉Windows NT ：米国 Microsoft Corp. の登録商標
〈注 3〉Ethernet ：米国 Xerox Corp. の登録商標

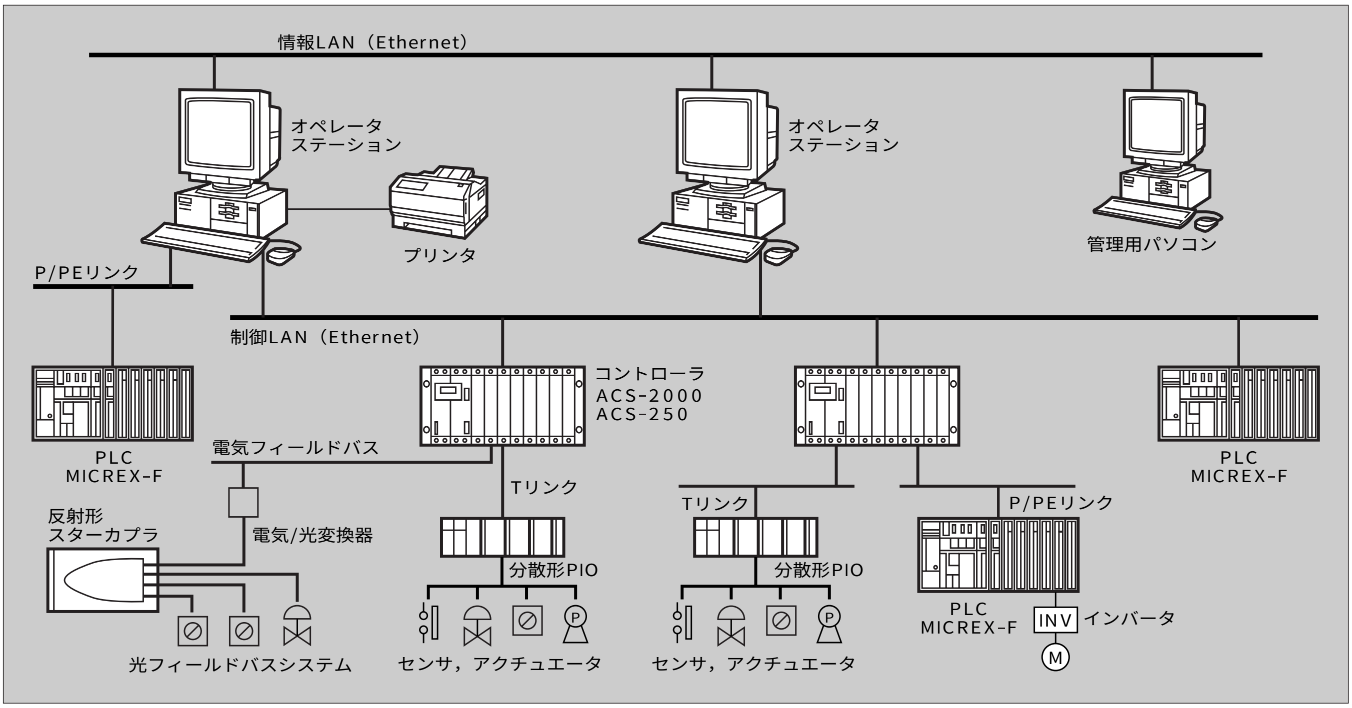
菅沼　利昭

化学，食品，石油プラントなどの計測制御システムのエンジニアリング業務に従事。現在，電機システムカンパニー情報制御システム事業部計測システム技術部担当課長。

御厨　隆

化学，食品，石油プラントなどの計測制御システムのエンジニアリング業務に従事。現在，電機システムカンパニー情報制御システム事業部計測システム技術部担当課長。

図１　FOCUS のシステム構成



(b)　コントローラ支援ツール FPROCES（エフプロセス）は，多彩なプログラミング言語（例えば，SFC，ラダー図，タイムチャート）をサポートし，デバッグ，モニタ機能など，豊富な機能で効率的にエンジニアリングを行うことができる。

(4)　容易な拡張性

(a)　段階的なシステム構築が可能な分散システムである。設備の増設に伴うシステム構築の変更に対し柔軟に対応可能な多数の機能を用意するとともに，工場内システムとの連携，遠方監視などのクライアント・サーバシステムへのビルドアップを可能としたシステム構造をとっている。

2.2　フレキシブル銘柄管理システム

バッチプラントの生産の特徴である変種変量生産を実現するためには，情報 LAN からの生産情報と銘柄管理・製造システムを接続し，生産情報を銘柄管理情報に変換し，スムーズに生産につなげることが必要である。

また，銘柄管理システムは生産情報をもとにスケジューリングを行い，適切なスケジュールで生産することが必要である。銘柄管理システムのポイントを**図２**に示す。

以下に，フレキシブル銘柄管理システムを構成するための「FLEX-BATCH」と「AI スケジューリング」を紹介する。

2.2.1　銘柄管理システムの目的

銘柄管理システムの導入目的を以下に記す。

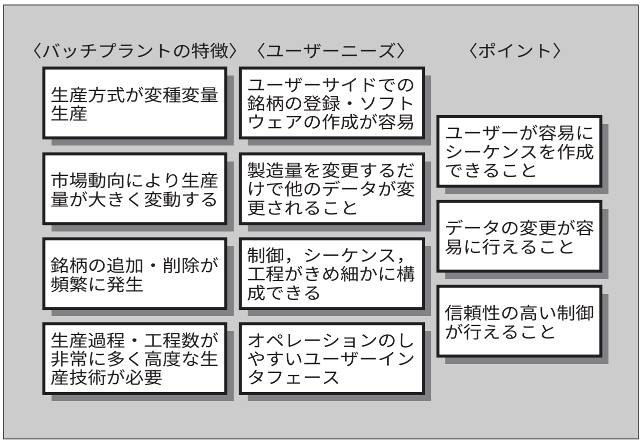
(1)　省力化，生産性向上，運転の質の向上

(2)　製品品質の向上，安定化，歩留りの向上

(3)　製品切替え時間の短縮

(4)　プロセス変更に対する柔軟性

図２　銘柄管理システムのポイント



(5)　経営情報と生産管理システムの有機的結合

(6)　原料，製品在庫量の削減

(7)　誤操作防止，誤設定防止，誤動作防止

(8)　遠隔操作化，作業性改善

2.2.2　銘柄管理システムの機能

2.2.1 項の目的を実現させるための機能は次のとおりである。

(1)　処方の作成・予約・登録・実行が容易に行えるシステム

(2)　設備ごとの運転状況がグラフィカルな画面で監視・操作可能なシステム

(3)　銘柄，品種，ロット，バッチごとの運転監視が高い操作性で行えるシステム

(4)　実績データの収集・加工が容易に行えるシステム

(5)　実績データ，演算データ，手入力データがバッチ帳票に容易に出力可能なシステム

表１　FLEX-BATCHの基本仕様

基本仕様	銘柄数	999品種/1システム（HDDの容量による）
	設備数	192設備/1システム
	同時に動ける銘柄数	192銘柄/1システム
	ステーション数	8ステーション/1システム
スケジュールシーケンス（SEQ）	スケジュール SEQ 数	999本/1システム（HDDの容量による）
	スケジュール SEQ 工程数	32工程/1スケジュール SEQ
	起動設備 SEQ 数	32設備/1スケジュール SEQ
設備シーケンス	設備 SEQ 数	24設備/1ステーション
	タイムチャート数	64本/1ステーション
	SFC 数	200本/1設備 SEQ
	工程数	96工程/1設備 SEQ
	設備パラメータ数	128パラメータ/1設備 SEQ

(6)　バッチシーケンス，工程監視画面，帳票などのエンジニアリングが容易なシステム
(7)　オンラインでソフトウェアの変更・メンテナンスが行えるシステム

2.2.3　FLEX-BATCH

バッチプラントは，変種変量生産であり，品種によりその品種を製造するために必要な製造工程や，設定値も異なり，品種ごとに条件をコントローラに設定する必要がある。この仕組みを銘柄管理機能という。

FLEX-BATCH では，銘柄管理機能を Windows NT 上で動作させ，Ethernet 経由でコントローラとデータの送受信を行えるよう，パッケージ化している。

FLEX-BATCH の特長を以下に記す。

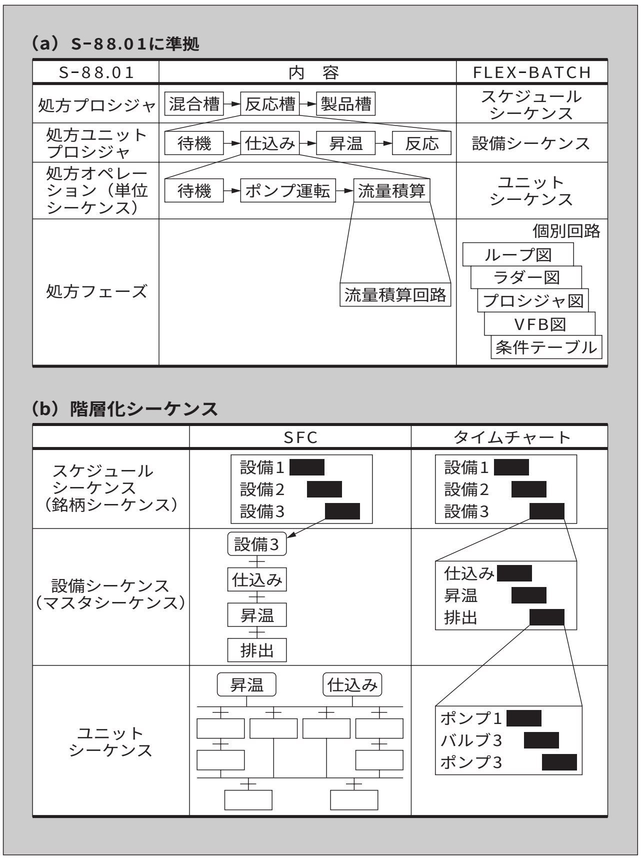
(1)　国際規格 IEC61512-1（ISA S-88.01）に準拠
(2)　難しいバッチシーケンスが簡単に作成可能
(3)　処方データの作成・変更が容易
(4)　階層化シーケンス
(5)　コントローラへの直接ダウンロード方式で信頼性は抜群
(6)　処方により詳細工程表示画面が自動生成・自動修正
(7)　シーケンスの一時停止，歩進，ジャンプ，中断機能が標準装備
(8)　オンラインメンテナンスが可能
(9)　豊富な種別の実績データ収集
(10)　優れたバッチ報
(11)　小規模から大規模まで統一思想の多彩なシステム構成

FLEX-BATCH の基本仕様を**表１**に，国際規格 S-88.01 に準拠した基本思想を**図３**に示す。

2.2.4　AI スケジューリングシステム

本システムは，バッチプロセスの生産計画の立案，および運転実績の管理を支援するものである。生産オーダーにより生産計画を立案する高速スケジューリングが可能であり，さらに FLEX-BATCH との連携により製造実績を取り込むことで，実績を反映させた実運転に近いスケジューリングが行える。

図３　FLEX-BATCH の基本思想



特長を以下に記す。

(1)　FLEX-BATCH との連携によりダイナミックスケジューリングおよびオペレータステーションでのスケジューリング調整が可能
(2)　銘柄管理ソフトウェアとの連携によりロットごとの最適な処方データを自動生成
(3)　高速スケジューリング機能
(4)　実績データに基づくシミュレーションが可能〔ガントチャート・工程進捗（しんちょく）〕

3　バッチプラント向け情報制御システムのシステム構成例

バッチプラントの規模に応じたシステムとして

(1)　小規模
パソコン（FOCUS）＋ PLC（MICREX-F，MICREX-SX）
(2)　中小規模
パソコン（FOCUS）＋ EI 統合コントローラ（ACS-2000，ACS-250）
(3)　大規模
DCS（MICREX-IX，MICREX-AX）＋パソコン

についてシステム構成例を示す。

3.1　小規模システム

小規模でシーケンス制御を主体としたプラントに採用す

図４　小規模システムの応用例

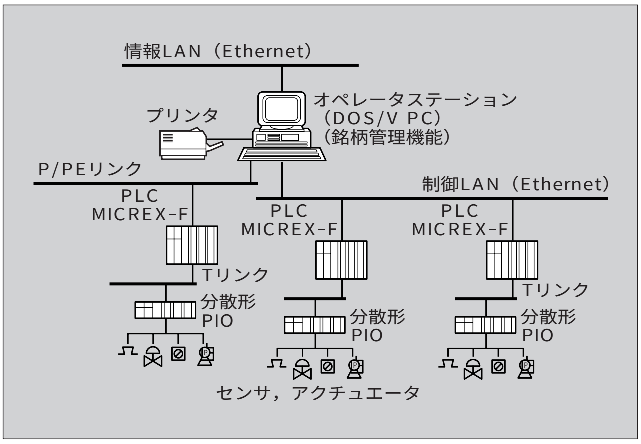
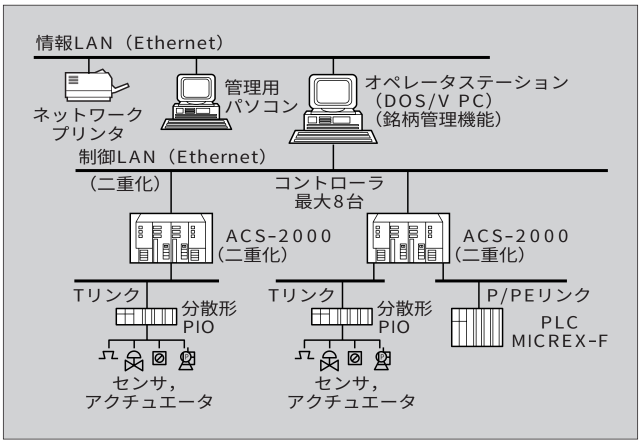


図５　中小規模システムの応用例



る。

低コストを重視したシステムとして，HCI（Human Computer Interface）にパソコンを使用し，銘柄管理システムを組み込んでいる。コントローラとしてはプログラマブルコントローラ（PLC）を使用する。

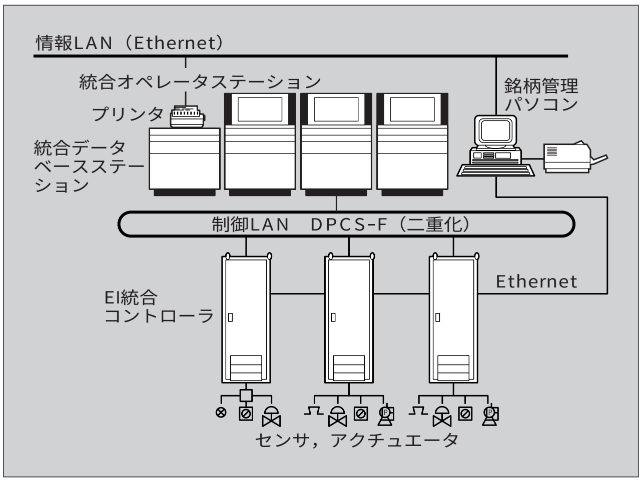
図４にシステム構成例を示す。

3.2　中小規模システム

オープン化システムとしてHCIにパソコンを使用し，さらに信頼性向上のためDCSと同じハードウェアのコントローラを使用する。また二重化システム，EIC制御が可能である。

図５にシステム構成例を示す。

図６　大規模システムの応用例



3.3　大規模システム

大規模プラントの統括監視制御に使用する。

DCSと銘柄管理用パソコンを使用し，高信頼性，安全性を追求したシステムである。

図６にシステム構成例を示す。

４　あとがき

FOCUS，FLEX-BATCHを中心としたバッチプラント向け情報制御システムを紹介した。

今後の技術動向として以下のものが考えられる。

(1)　DCSとパソコンの共存とオープン化の進展
(2)　光フィールドバスを含めたフィールドバスの普及
(3)　リモートオペレーション，リモートメンテナンス
(4)　ユーザーとメーカーが一体となったエンジニアリング
(5)　国際規格化の促進

今後は，情報LAN，汎用ソフトウェアの発展により，コンピュータ，DCS，PLCの機能ボーダーラインがなくなり，オープン化が促進されると思われる。

コンピュータ，DCS，パソコン，PLCを１社でソリューションとして提供できるメーカーとして，今後さらに最適なバッチプラント向け情報制御システムを提供する所存である。

参考文献

(1)　御厨隆：バッチプロセスコントローラ，計測技術，Vol.25, No.7，p.32-41（1997）

ごみ焼却処理・リサイクルシステム

中谷　一彦（なかや　かずひこ）

1　まえがき

私たちは自然の恵みをさまざまな形に生かし，豊かな生活をめざしてきた。時代や考え方の変化とともに，多様化した人の暮らしは，いろいろな種類の廃棄物の増大を招き，地球環境の悪化が心配されている。この廃棄物をクリーンに処理して自然界に還元すること，減量化・再資源化して将来には廃棄物ゼロエミッションをめざして知恵を出すことが，今，私たちに求められている。

豊かな緑と豊富な水に恵まれた，かけがえのない地球環境を21世紀に引き継ぐために富士電機は環境問題に真剣に取り組み，高度なシステム技術と豊富な経験により，環境事業のさまざまな場面のトータルソリューションを提供している。

特に，ごみ処理においては，日本全国で１日に約14万 t の都市ごみが発生しており，そのうち約10万 t が焼却処理されている。そのうち約 30 %の施設で富士電機のシステム・製品を採用いただいている。

また，近年では，「ごみ」を資源としてとらえ，焼却処理をせずにリサイクルのため，有価物を選別・再利用するリサイクル施設，ごみ資源化設備の建設も多くなっている。この分野においても全国約 590 か所中約 110 か所の納入実績を誇っている。

本稿では，「ごみ焼却処理制御システムとリサイクルシステム」の富士電機の取組みについて紹介する。

2　ごみ焼却処理制御システム

最近のごみ処理施設においては，快適な環境を求める関心の高まりを反映し，環境保護対策などに十分配慮した技術的に質の高い焼却施設を建設し，それを適切に管理運営することが求められている。

富士電機ではこれらのニーズにこたえるため，環境調和・運転性能の向上・保守の省力化をコンセプトに体系化した新しいごみ焼却設備向け EIC（電気，計装，コンピュータ）統合化制御技術を豊富に提供している。

図１　筑南クリーンセンター中央監視操作室

図１は，住友重機械工業（株）経由筑南クリーンセンターの中央監視操作室である。

最近のごみ焼却制御システムの特長を以下に説明する。システム構成を**図２**に示す。

(1)　EIC 統合システム

大規模化・複合化した工場を効率よく安全に運転・管理していくために，EIC の情報が同一の CRT で監視・操作できるようにした統合化システムである。中央監視操作室は，大形のビデオプロジェクタ，ITV 設備，シングルウィンドウ方式タッチスクリーン CRT を有機的に結合した「人に優しいシステム」である。

(2)　ネットワークシステム

ネットワークは，情報 LAN，制御 LAN，フィールド LAN の３階層構成となっており，それぞれの階層内，階層間のデータ通信も容易で，各装置間を接続して工場全体の自動化，総合管理に大いに役立っている。

(3)　運転管理支援システムの充実

オペレータや保守員，工場管理者の負荷を軽減するために次のような運転・管理支援システムを導入している。

○ 予防保全・設備診断システム
○ 現場点検システム

中谷　一彦

ごみ焼却処理施設などの環境分野のシステムエンジニアリング業務に従事。現在，電機システムカンパニー情報制御システム事業部環境システム技術部担当課長。

図２　ごみ焼却制御システムの構成

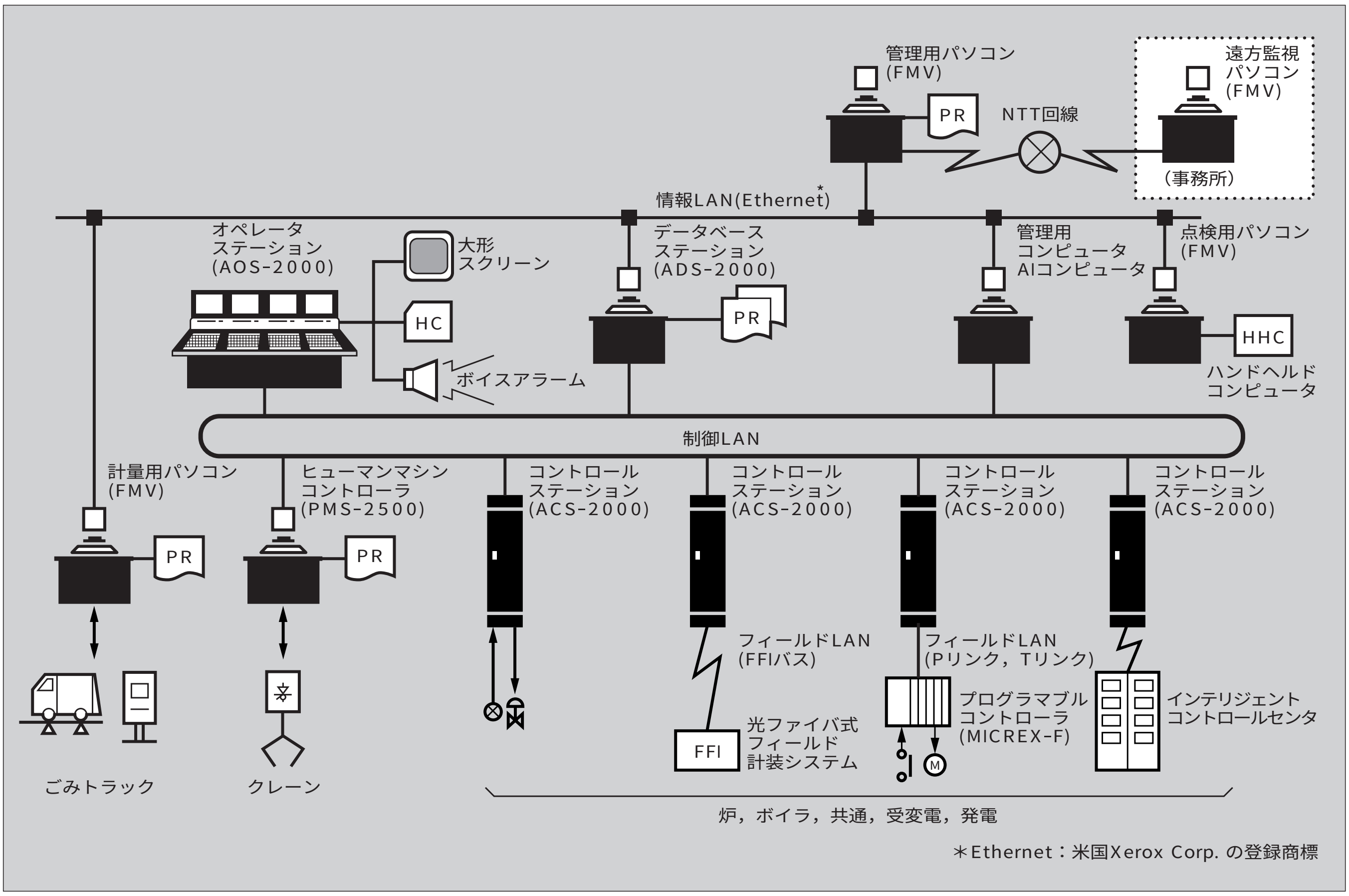


図３　プラント訓練シミュレータのシステム構成

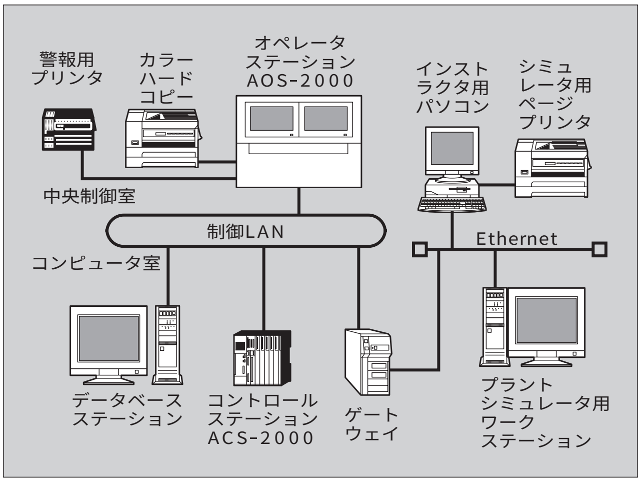
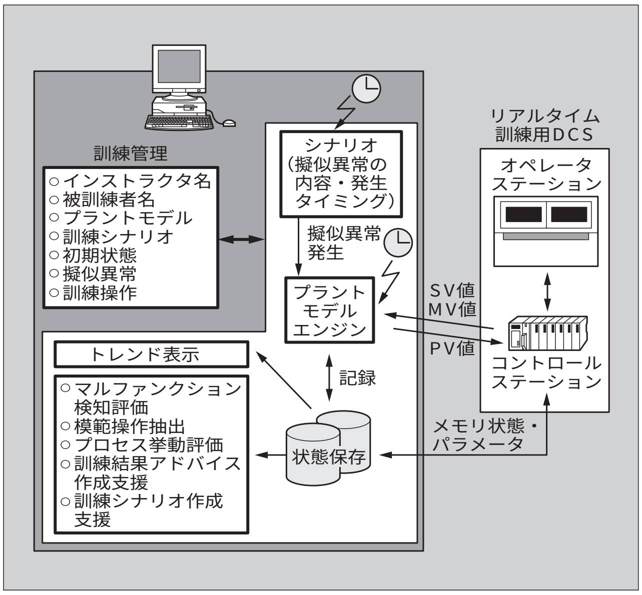


図４　プラント訓練シミュレータの機能構成



○遠方監視システム

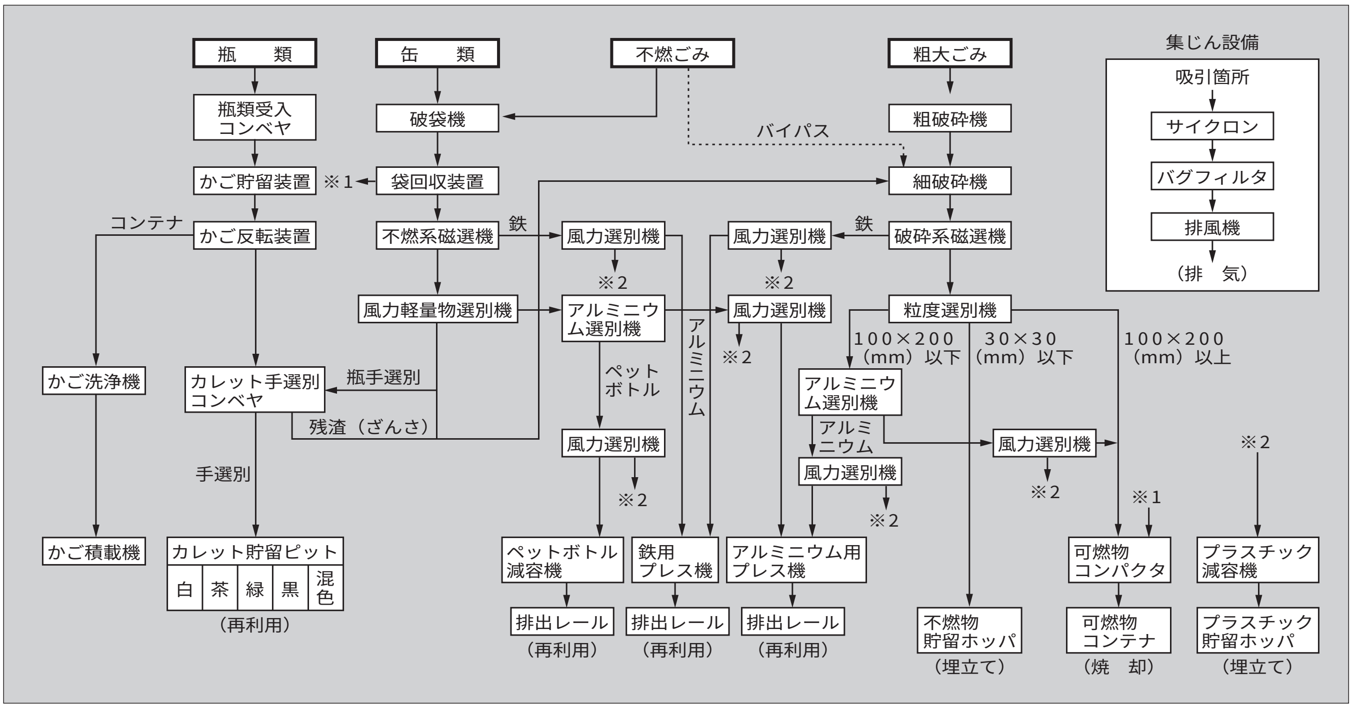
(4)　プラント訓練シミュレータ

プラント制御の自動化が急速に進むなか，運転員には非定常運転時やプラント異常時に迅速な対応が要求される。このため，運転員の訓練の問題がクローズアップされてきた。富士電機では，**図３**のようなシステム構成のプラント訓練シミュレータを開発した。

本プラント訓練シミュレータは，実際のオペレータコンソールを使用し，あたかも実際のプラントを運転しているかのようにプラントをシミュレートし，訓練するものである。訓練にあたっては，重大異常対応訓練や非定常訓練ができるように学習のシナリオを立案できるという特長を持っている。また，プラントモデルは，MATLAB〈注〉を使って容易に作成できるようになっており，生成されたＣソースコードがシミュレータで実行される。**図４**に機能構成を示

〈注〉MATLAB ：米国 The Math Works, Inc. の登録商標

図５　ごみ資源化処理フロー



す。

3　廃棄物マテリアルリサイクル設備

ごみとして捨てれられるものの中には資源として利用できる鉄，アルミニウム，ガラスなどが多数含まれている。それらを適切な回収システムで資源を再利用しようとするのがマテリアルサイクル設備である。まず，地域の収集形態に合わせて破砕機，機械選別機，手選別機などを組み合わせて，ごみの中からスチール缶，アルミ缶，ガラス瓶などを選別し，取り出して再利用するごみ資源化設備を提供している。

福生市に富士電エンジ(株)が納入した資源化センターを紹介する。システムフローを**図５**に示す。ここでは瓶類，缶類，不燃ごみ，粗大ごみの４分別を行っている。瓶類はコンテナ収集，不燃ごみと缶類は，袋収集を行っている。これら，分別・収集に合わせた最適システムを提供し，資源化・減容化を図っている。

(1)　粗大ごみ

収集された粗大ごみは，二軸低速式粗破砕機と横形高速回転式細破砕機により 15 cm 以下に破砕される。その後選別工程に送られ，磁選機により鉄が取り除かれる。次にトロンメル式粒度選別機で３種類に選別される。中径のものはさらにアルミニウム選別機により，アルミニウムと可燃物に選別する。残った大径の可燃物は，最終段から排出される。鉄とアルミニウムは，風力選別機により異物を吸引し，純度を高めて再生工場へ搬出される。また，可燃物類は，焼却場へ搬送される。

(2)　不燃ごみ・缶類

袋収集された不燃ごみ・缶類は，破砕機により袋を破り，袋回収装置にて袋と中身を分離し，選別工程へ搬送される。風力軽量物選別機とアルミニウム選別機により，アルミニウムとペットボトルに選別できる。ペットボトルは，減容機により圧縮し，ポリプロピレンバンドにより梱包（こんぽう）される。

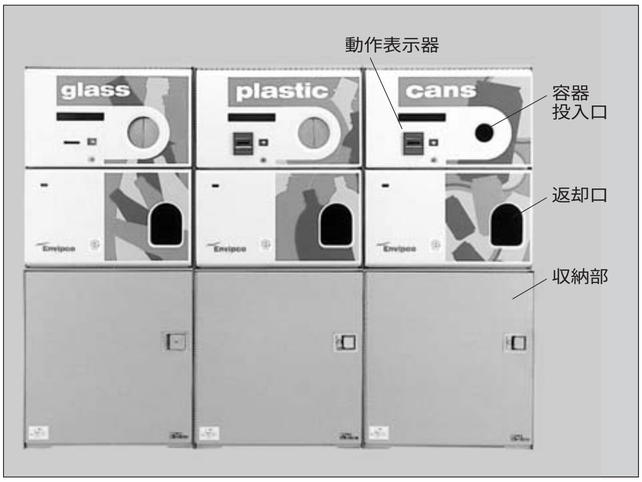
(3)　瓶　類

コンテナ収集された瓶類は，手選別によりビール瓶，一升瓶を選別し，その後カレット手選別コンベヤ上でガラスの色分けを行う。

4　容器回収処理システム

従来，廃棄物として扱われてきた空き容器を資源として回収する気運が高まっているなか，富士電機は回収時点で空き容器を破砕するリサイクルシステムを提供している。

図６　容器回収処理システムの外観



従来の缶の回収機には，プレスタイプのものがあったが，リサイクル用としてはマッチしないものであった。富士電機のシステムは，破砕することにより回収作業の軽減，素材別に純度の高い分別を実現している。

図６に容器回収処理システムを示す。空き缶処理機，瓶処理機，ペットボトル処理機で，いずれも自動販売機サイズになっている。

5　あとがき

21世紀を目前にして，われわれは，地球温暖化やダイオキシン汚染や環境ホルモン問題など多くの環境問題に直面している。廃棄物処理に関しても，単なる焼却処理からガス化溶融処理やRDF（Refuse Derived Fuel：ごみ固形燃料）化など新たな廃棄物循環型社会をめざして展開している。

今後とも，環境事業に携わる企業として，人と環境に優しい最適システムを提供できるように，積極的に取り組んでいきたい。

参考文献

(1)　中谷一彦：プラントシミュレータのごみ焼却設備への適用，富士時報，Vol.70，No.11，p.589-593（1997）

(2)　松本祥一ほか：ごみ処理システム，富士時報，Vol.70，No.3，p.166-170（1997）

(3)　松本祥一ほか：リサイクルシステム，富士時報，Vol.70，No.3，p.171-174（1997）

技術論文社外公表一覧

標　題	所　属	氏　名	発　表　機　関
開閉装置用プロセスレベル分散制御ユニットの開発	変電システム製作所 〃 電力営業本部	田之倉一夫 隅　和憲 松村　基史	
油入変圧器油中ガス分析のヘッドスペース法によるガス抽出の検討	変電システム製作所 〃 〃 〃 富士電機総合研究所	西山　彰一 斉藤　文人 伊藤　敬三 和田　元生 仲神　芳武	
変圧器巻線の短絡時における軸方向挙動	富士電機総合研究所 〃 〃 変電システム製作所 〃 〃	浅田　規 小出　英延 宮本　昌広 川西　敬造 鈴木　崇之 高坂　正明	
直流偏磁の変圧器鉄心構造による影響の差異	富士電機総合研究所 〃 変電システム製作所 〃	清水留美子 宮本　昌広 鈴木　浩之 高坂　正明	平成11年電気学会電力・エネルギー部門大会（1999-8）
雷インパルス裁断波印加時の油入変圧器セクション間モデルの絶縁破壊特性	富士電機総合研究所 〃 〃 変電システム製作所	彦坂　知行 浅田　規 宮本　昌広 高坂　正明	
ノズル形状が短絡電流遮断性能に与える影響	富士電機総合研究所 〃 〃 変電システム製作所 〃	恩地　俊行 杉山　修一 岩井　弘美 佐藤　賢 堤　睦生	
圧力下における油浸絶縁物の熱劣化特性	富士電機総合研究所 〃 〃 〃 変電システム製作所 〃	浅田　規 清水留美子 小出　英延 宮本　昌広 伊藤　政芳 高坂　正明	

都市ガス業界向け防災・供給管理システム

中川　昌文（なかがわ　まさふみ）　　城川　誠（しろかわ　まこと）

1　まえがき

都市ガスは，石油代替エネルギーとして工業用，商業用など幅広い分野で利用され，地球に優しいクリーンエネルギーとして，その用途をますます広げてきている。

その都市ガスを扱う都市ガス業界では，安全でかつ安定した供給を行うことを主目的に細心の注意を払った運用を行っている。特に阪神・淡路大震災を契機に，地震に対する関心が高まり防災対策を行うことが通常的になってきている。また，2010年の切換完了に向けて低カロリーガスから高カロリーガスへの移行が進められており，今まで以上の安定供給を行うべく設備投資が行われてきている。

このような背景を受け都市ガス業界では，供給分野を中心とした広域監視・制御をシステム化し，防災と安定供給を実現させるための遠隔監視制御システムの導入が盛んに行われる方向にある。

本稿では都市ガス供給分野へ適用中の「防災・供給管理システム」について紹介する。

2　都市ガス供給分野の現状とニーズ

2.1　都市ガス供給分野の現状

ガス業界全般では，1969年度から，低カロリーガスから高カロリーガスへの切換（熱量変更）を推進し，2010年までに切換の完了を目標とする高カロリーガス転換事業（IGF21 計画）を行ってきている。熱量変更とは，従来の低カロリー（6C など：5,000 kcal/m^3）から高カロリー（13A ：11,000 kcal/m^3）への切換であり，石油ガス系から天然ガス系（SNG ：代替天然ガス含む）への転換を意味する。

天然ガスを使用することによるメリットは以下のとおりである。

(1)　天然ガスはメタンを主成分としたガスであり，硫黄分などの不純物を含まないため，燃焼させても SO_x やすすを発生させず，地球温暖化を招く CO_2 の排出も石油より 2 〜 3 割少ない。また，比重が空気より小さい（0.65）ため，空中に分散しやすく他の燃料と比較して安全性が高い。

(2)　埋蔵量が豊富であり，ガス産出国との長期契約により供給が保証される。

(3)　ガス製造設備が簡素化され，また導管網も従来ガスより 2 倍以上の効率使用ができる。

以上により，安全性，安定性，長期的なコストの上昇抑制が確保される。しかしながら，長期にわたりこれらのメリットを実現するために，多額の設備投資（切換作業，需要家ガス器具の調整など）を行ってきている状況にある。

もう一つは，防災対策の積極的実施である。地震国であるわが国では，大小問わず多くの地震が発生しており，この 7 年間で大きな被害をもたらした地震が 4 件（1993年の釧路沖地震，1994年の北海道東方沖地震，三陸沖地震，1995年の阪神・淡路大震災）も発生している。都市ガス業界としてはガス漏れによる二次災害を最小限に食い止めるため，さまざまな対策方法を検討，実施している。

(1)　地震の揺れ（加速度）と家屋の倒壊状態を示す SI（Spectrum Intensity）センサの開発と設置

(2)　一定の地震の揺れにより自動でガスを遮断するマイコンメータの開発と設置

(3)　耐震性に優れたポリエチレン管の採用

(4)　被害を最小限に食い止めるため，また遮断後の早期復旧作業が行えるための供給地域のブロック化とコントロールセンターから製造・供給を遠隔遮断

2.2　都市ガス供給分野のニーズ

ガスの安定・安全供給と防災のさらなる向上のために，都市ガス業界ではさまざまな検討が行われており，熱量変更完了，または熱量変更計画とともに供給網への設備投資を行う動向を見せている。また，ガス事業法改正に伴う規制緩和の影響からも次のような運用方法の見直しが行われている。

(1)　ガス供給網の状況判断のためのリアルタイムな情報収集（圧力，流量，機器異常情報など）

(2)　地震発生時の即時の供給網状態収集

中川　昌文

計測制御システムのエンジニアリング業務に従事。現在，電機システムカンパニー情報制御システム事業部計測システム技術部担当課長。

城川　誠

産業分野向けコンピュータ制御システムのシステムエンジニアリング業務に従事。現在，(株)FFC第一システム統括部産業ソリューション技術部主任。

(3)　１週間に一度の現場丸チャート（圧力記録紙）収集の労力削減と作業効率化

(4)　事務所での状況一括管理

富士電機は，以上のニーズを「防災・供給管理システム」として実現化した。

3　防災・供給管理システム

3.1　防災・供給管理システムの概要

都市ガス供給分野での現状とニーズから，供給網の統合管理を行うシステム化の実現を行った。開発したシステムは，供給管理系と防災系の二つの機能に大別され，管理ポイントの大小により選定できる小規模版システム（パソコンスタンドアロン形：最大 2,000 タグ）と大規模版システム（UNIX〈注 1〉版クライアント・サーバ形：最大 5,000 タグ）をラインアップした（小規模版システムを**図１**，大規模版システムを**図２**に示す）。

それぞれの機能に大きな差はなく，小規模版システムの導入，運用から供給ポイント拡張による大規模版システム

〈注 1〉UNIX ：X/Open Company Ltd. がライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標

図１　小規模版防災・供給管理システム全体構成

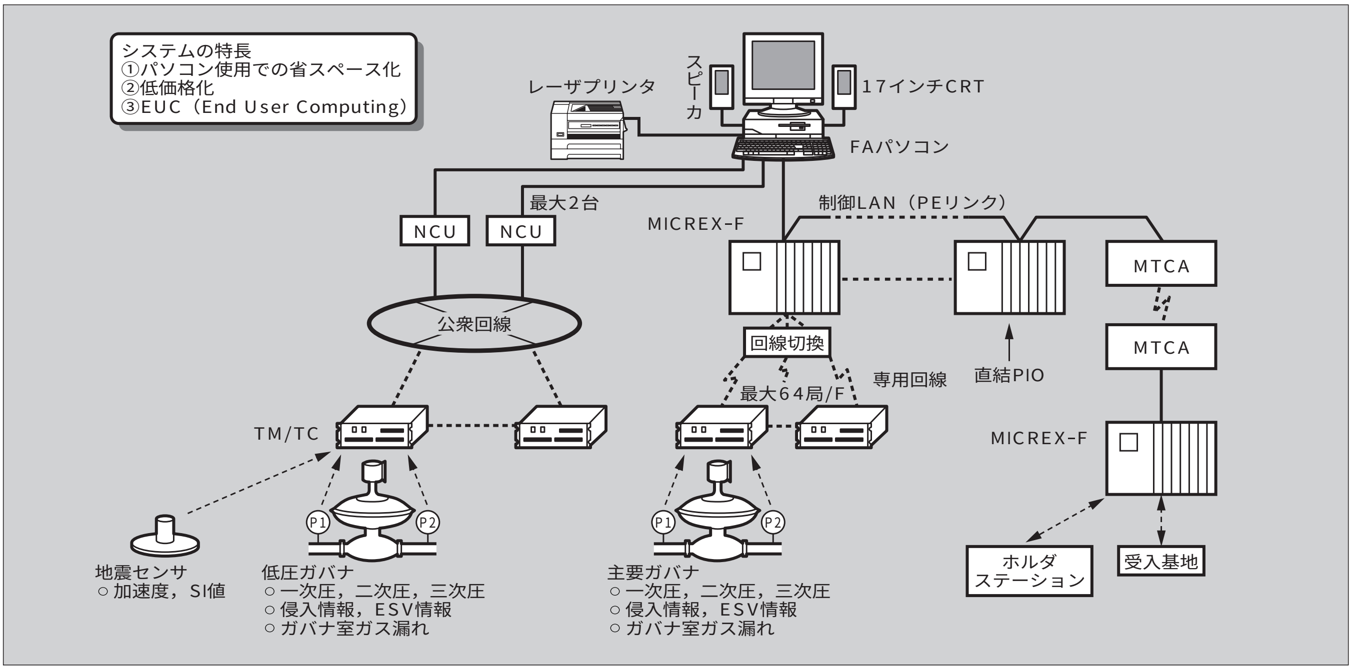


図２　大規模版防災・供給管理システム全体構成

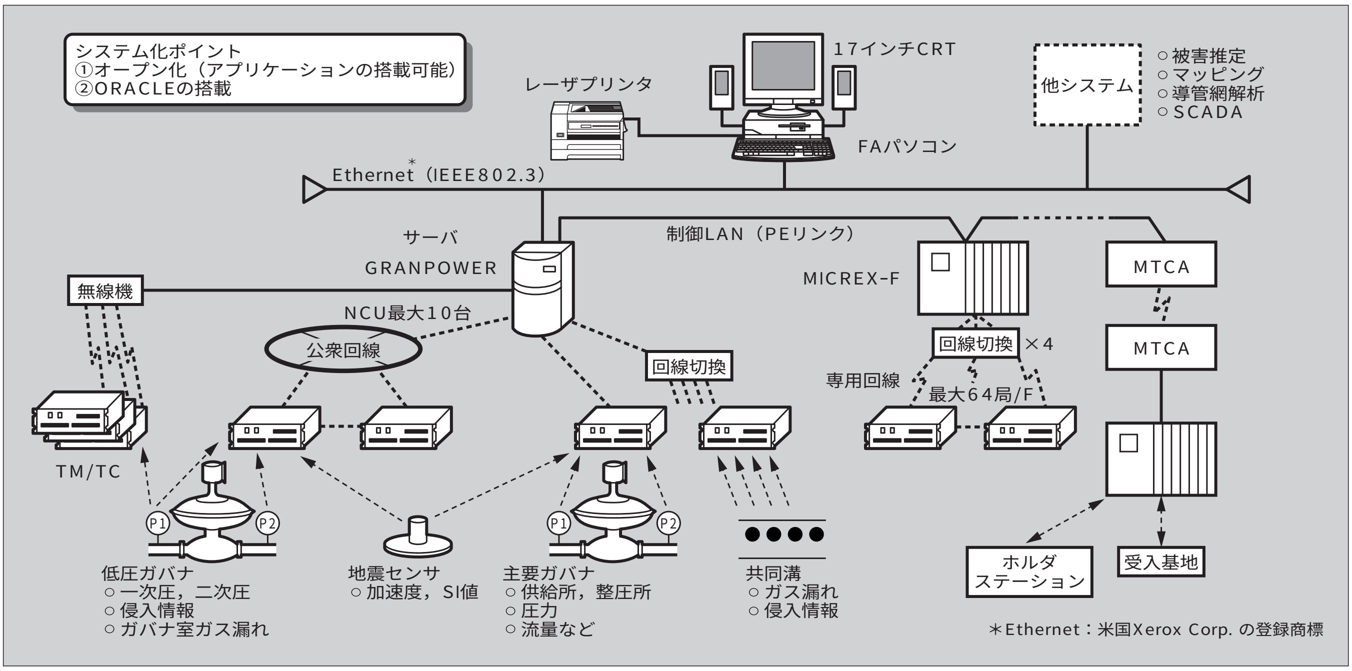


図３　防災・供給管理システムの機能一覧

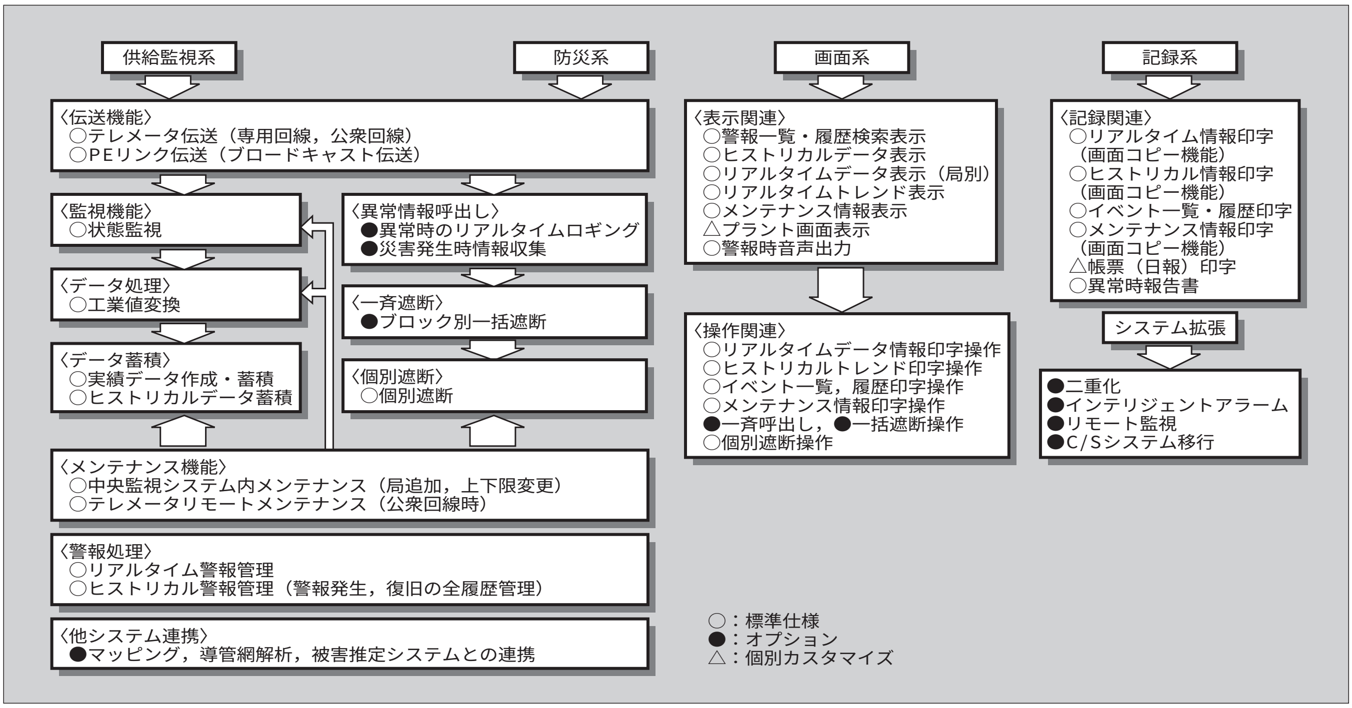
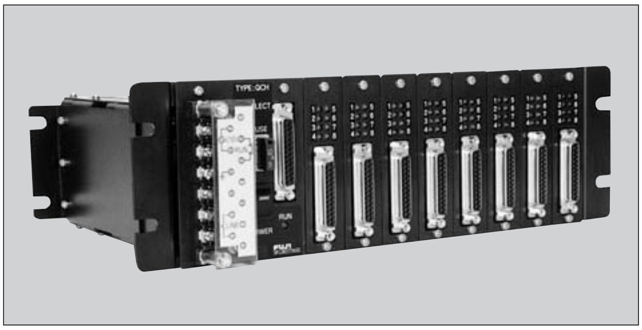


図４　マルチプレクサの外観



への移行が容易にできることが大きな特長である。

主な機能は，広域管理のための伝送機能，データ処理，データ蓄積，監視機能，制御機能，防災機能（地震データ処理），帳票機能，警報機能である（**図３**参照）。

ハードウェアは，小規模版，大規模版ともに制御 LAN（PE リンク）を接続し，プログラマブルコントローラ（PLC）MICREX-F シリーズとコンピュータは高速なデータ転送を行うことができる。また，複数の管理ポイント（整圧器：ガバナ）を専用回線で接続するために PLC に回線マルチプレクサを有し，１分間に約30か所のデータを収集できるものである（**図４**）。マルチプレクサは，最大64回線までの接続が可能であり，1 回線約 2 秒程度でデータ収集を行う。このような機器は，リアルタイムなデータを必要とする，供給所，整圧所，主要ガバナで使用する。工場系および供給所のように管理ポイントが多い場合は，現場側に同様の PLC を設置し，その間を通信コントローラ（MTCA）で接続し，大量のデータをセンター側に転送する方式をとっている。

一方，異常のある場合にのみ情報収集が必要とされる地区ガバナでは公衆回線を用い，コンピュータからの任意なデータ要求と現場ガバナからの異常時発報が行え，通常運用時での通信費のランニングコスト削減を実現している。

3.2　供給管理機能

都市ガス供給網での管理対象は，地区ガバナがほとんどであり，そのほかに大口需要家のガバナ，受入設備，ガスホルダなどである。また監視項目は，圧力（一次圧，二次圧），流量，異常警報（ガス漏れ，停電，機器異常），地震値（加速度，SI 値）である。

3.2.1　監視機能・警報機能

現場状況をリアルタイムに収集し，正常性および異常状況を即座に認識できる機能であり，現場からのデータ（圧力，流量，異常警報ほか）を工業値変換し，上下限監視，オンオフ信号の状態変化を監視する。また，上下限異常やオンオフ信号の状態変化を検知した場合，即座に警報発報を行うものである。この際，常時 CRT を操作していないオペレータやスタッフのためにパーソナルコンピュータ（パソコン）のスピーカからのブザー出力や警報種別（重，中，軽）ごとの音声出力，外部 DO 出力での警報ランプ/外部ブザー鳴動にて異常を報知できる。また，警報１件ごとにオペレータガイダンスを設定でき，一次対応方法やその警報の特質などを明記し，オペレータやスタッフの経験の有無にかかわらず適切な処置が施せるようにオペレーション機能を充実している。

3.2.2　データ蓄積機能

長期間の圧力値，流量の変動，推移により供給網やガバナの正常性や故障，供給量パターンを判断するために収集したデータを Access〈注２〉や ORACLE〈注３〉のデータベースに蓄積している。これらの蓄積したデータは任意にトレンドグラ

フや帳票に出力が可能である。トレンドグラフに関しては，従来の丸チャート（圧力記録紙）の代替えが可能なように過去１週間分の表示とその間に発生した警報履歴を同時に表示しているので，データの解析や現場状態の異変を調査するために用いることができる。

3.2.3　演算機能

現場から収集するガバナ差圧や開度データをもとに，コンピュータ側で流量値を算出することができるので，現場に流量計（オリフィス，電磁式など）を設置できない条件の下での流量値測定に使用できる。流量演算は，各社ガバナの各口径，各形式に対応している。

3.2.4　圧力パターン制御機能

日常の運用でホルダやガバナの送出圧力を変動させ，需要量の変動に対応しなければならない場合，ホルダやガバナの弁開度を調整し，送出圧をコントロールしている。このコントロールを自動化しており，日々の圧力パターンを時間ごとに設定し，圧力の変更があるときはPLC経由で現場へ圧力設定値をダウンロードする機能を持つ。運用上，季節，曜日，時間帯ごとに変動させたい時刻に圧力値を設定し，PLCへその設定値をダウンロードする。ダウンロードされた設定値は，調節計に対し，ランプ関数で徐々に設定値に近づくように設定値を変化させる。

設定終了後は，設定した圧力パターングラフと実績トレンドグラフで比較監視することができる。

3.2.5　供給エリア監視画面

広い供給範囲を持つガス会社では，供給地域の状態を一目で把握し，立地までを認識しなければならない。そのため，収集したデータを各ガス会社の供給地域に合わせたエリア図（マップ）上に表示させ，異常時には異常が発生した箇所のシンボルを色替え表示させている。また，そのシンボルをクリックすることでそのガバナ室内や供給所の計装図（P&ID）を表示させ，現場の状況を事務所に居ながらにして把握できるようにしている。これらの画面はパソコンの標準機能であるペイントソフトウェアで描け，エンドユーザーでも作成や修正が容易にできることが特長である（**図５**参照）。以上の機能は，接続されている監視対象が専用回線や公衆回線で接続されていることをオペレータやスタッフに意識させることなく実現している。

3.3　防災管理

冒頭で記載したように地震対策を重要視している都市ガス業界では，現場からの地震データ（加速度，SI値）を収集し，供給網の遮断操作の判断材料としている。

3.3.1　ESV制御

災害が発生した場合，ガス供給を停止する手段として遮断弁閉の操作（ESV閉制御）を行う。これは，現場側でSIセンサの一定の地震感知で，自動でESVを閉とする場合と人が供給地域の状況判断を行い，ESVを閉操作する場合がある。

本システムでは，オペレータやスタッフがCRTのエリア画面上で遮断したい場所をクリックし，制御画面で遮断操作を行うものである。操作は3挙動となっており，現場側に設置したテレメータとの間の多重シーケンスチェックを経て遮断ができるシステムとなっている。このように，オペレータやスタッフの操作ミス，通信ノイズによる誤動

〈注2〉Access ：米国Microsoft Corp.の登録商標
〈注3〉ORACLE ：米国Oracle Corp.の登録商標

図５　オンライン画面と画面遷移

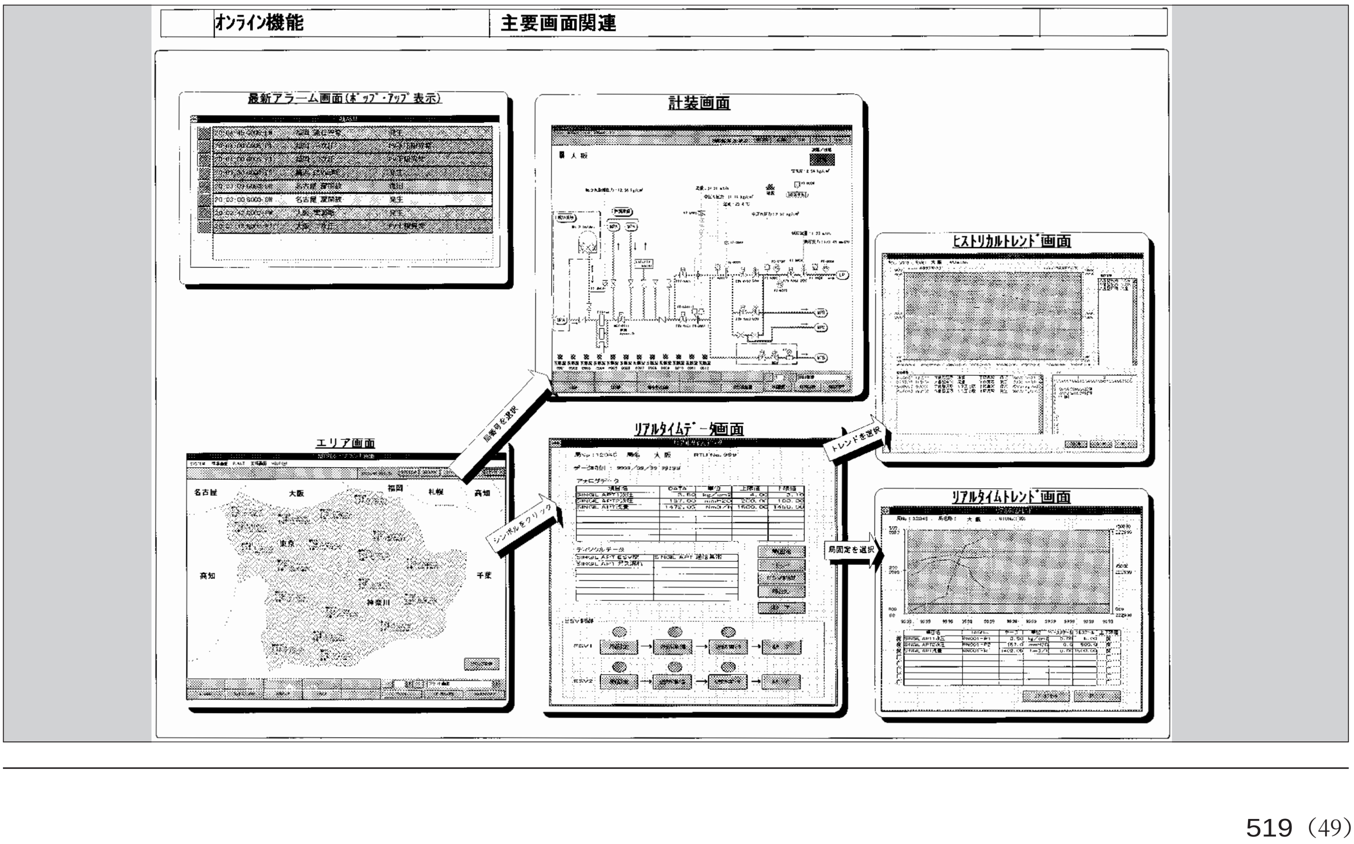
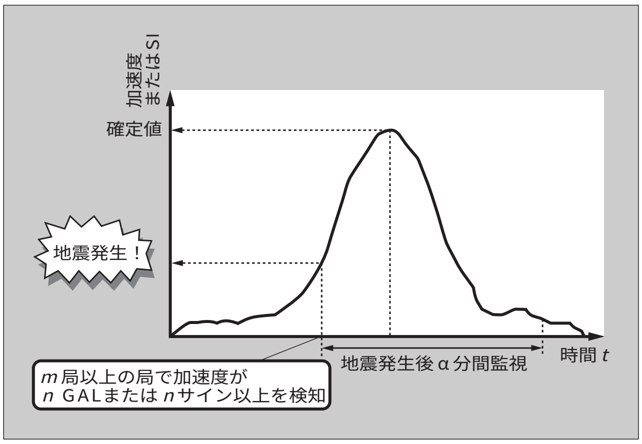


図6　地震データ処理の概要



作で遮断されてしまうことを回避している。

また，大災害発生時には，広域に点在しているESVを１個ごとに閉操作している時間はないため，あらかじめ登録しておいたESV情報により自動でESVを閉操作するブロック制御機能を有する。これは，二次災害や復旧作業を最小限にかつ迅速に行えるようにするためのブロック化の考え方をヒントにしたものであり，あらかじめ登録するESVはブロック化のポイントとなるESVを設定する。

3.3.2　地震データ処理と画面

現場からの地震データを収集し，監視画面にリアルタイムで地震データを表示しているが，地震情報の処理として震度計算と地震判定が必要となってくる。現場からの地震情報は通常，地震感知（現場センサの感知接点信号）かSIセンサからのデータ（加速度，SI値）である。SI値のみ，加速度のみ，加速度とSI値の3パターンで震度を算出することができ，CRT上に加速度，SI値，震度を表示している。また，地震の判定は，地震の大きさの確定値を決定する必要があり，ある一定の値（加速度もしくはSI値）以上のデータを検知し，ある一定の箇所（複数）以上で検知された場合に地震と判定し，警報通知している。地震判定された場合，その時点から一定時間を監視し，その時間帯で一番大きな値を地震確定値としている。各処理のなかで使用している「一定の値」は，各ガス会社の地震に対する取組み方で若干の差があるため，任意に変更可能としている（**図6**）。

CRT画面においては，地震専用のエリア画面を有し，加速度，SI値，震度を表示する。また，ブロック化用に監視ポイントをブロック化表現し，ブロックでの地震判定を行い，シンボルの色替えを行っている。

過去の地震については，最大100件まで保存でき，最大値，地震名称，発生年月日時分，各監視ポイントのデータを一覧表示，エリア表示できる。最大100件を超えた場合の処理としては，発生最古，地震データ最小とさまざまな判断で削除を行えるようにしており，オペレータやスタッフが任意に設定することが可能となっている。

4　あとがき

都市ガス業界向け防災・供給管理システムの紹介を行ったが，(社)日本ガス協会での調査では，システム化を行ったガス会社は以下のような課題，問題点を挙げている。

(1)　通信料金が高い（主に専用回線）

(2)　ガス会社独自の保守契約内容の決定

(3)　システム担当者以外の従業員への教育方法

このように都市ガス業界ではさらなる要求が出てくることが考えられ，また，今後システム化が普及するなかでユーザーからのコストダウン要求も生じてくると考えられる。

富士電機は，これらの要求と今後の動向を見据え，都市ガス業界の発展と日本のエネルギー分野の発展に大きく貢献していく所存である。

参考文献

(1)　日本ガス協会情報化委員：テレメータ/テレコントロールの導入事例，日本ガス協会誌，Vol.52，p.28-30（1999）

富士時報　Vol.72 No.9 1999

フレキシブル無線ネットワークとエンジニアリングツール

畠内　孝明（はたうち　たかあき）　　**近藤　史郎**（こんどう　しろう）

1　まえがき

エリア内に分散設置された装置の少量データを集中管理するようなシステムを対象に，フレキシブル無線ネットワークを開発した。例えば，省エネルギーのためのエネルギー計測システムにおいて，施設内に分散している設備の電力量や各種計測値を集計するための通信手段として適したネットワークである。フレキシブル無線ネットワークは，現在スキー場の無線オンラインシステム，自動販売機の売上げ管理に適用し，稼動している。

図１にスキー場無線オンラインシステムの設置例を示す。スキー場全体に合計 100 台の無線機が設置され，メッシュ状の通信路ができている。

無線ネットワークシステムは，配線工事不要の手軽さから今後ますますその応用が広がっていくと考えられる。しかし，無線通信は電波を使用するため，必ずしも通信路が高い信頼性で保証されるとは限らない。しかも設置時に確保されていた通信路が，設置後の周囲環境の変化により不通になる場合もある。無線機の設置位置，アンテナの設置方法，システム設置時の余裕度の確保は，その後にシステムがいかに安定して運用されるかを決める重要な技術であるということができる。安定して使用される無線システムを設置するためには，装置の開発・提供時にエンジニアリング手法やそのためのツールが同時に提供されるべきであるが，従来はこれが不十分であったと考えられる。本稿では，無線システムの持っている問題点と，それを解決するために富士電機で開発したフレキシブル無線ネットワークの設置，保守の方法，これと併せて開発したエンジニアリングツールの利用方法について紹介する。

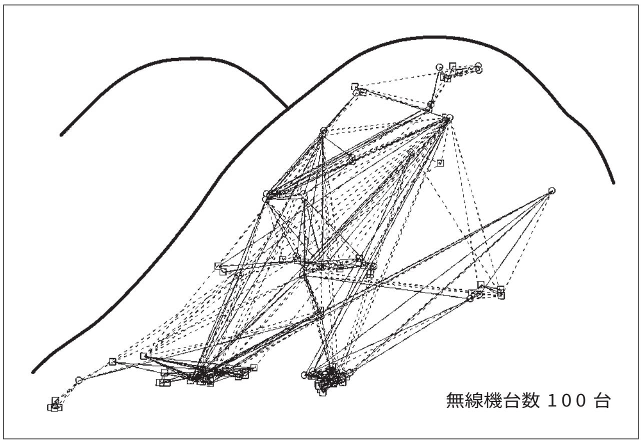
2　無線システムの特徴

無線システムは通信路が公の空間であるために，設置される環境に影響されやすく，マニュアルどおり設置しても必ず通信できるとは限らない。例えば，無線通信に使う電波は遮へい物があると透過しない。また，地面や壁面などによって反射して複数の経路を通ってきた位相の異なる電波が干渉しあって障害を起こすことがある。このような状況は周囲環境の変化に伴って時々刻々変化する。すなわち，無線通信は無線機間の距離だけではなく，無線システムが設置される施設の構造や備品，さらに空間を移動する人や，クレーン，搬送車などの移動体によって影響を受けるのである。

複数の経路を通ってきた電波が干渉して障害を起こす現象をマルチパスフェーディングというが，マルチパスフェーディングによって受信電力が 100 分の 1 になることもあり，これによって通信不能の状態に陥ることになる。無線システムは本来このような電波状態のもとで動作しており，余裕を持った設計，設置を行わないと後々トラブルの原因になる。

マルチパスフェーディングの対策は，設置の余裕度を確保する以外にも，アンテナを 2 本立てて強い電波を受信するなどの方法で対策する。フレキシブル無線ネットワークでは，通信ルートを複数確保し，冗長度を持たせることでシステム的な余裕度をもたせるルートダイバシティ方式を採用している。

図１　スキー場無線オンラインシステムの設置例



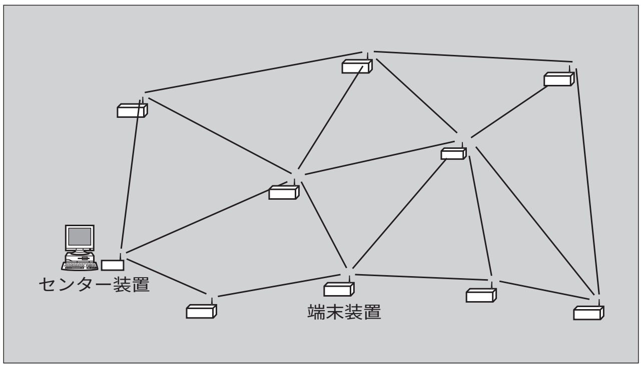
畠内　孝明

小電力無線機の通信ソフトウェア開発に従事。現在，電機システムカンパニー技術開発室通信応用技術開発部担当課長。

近藤　史郎

小電力無線システム，機器の開発に従事。現在，電機システムカンパニー技術開発室通信応用技術開発部担当課長。

図２　フレキシブル無線ネットワークの構成



3　フレキシブル無線ネットワークの設置と保守

3.1　フレキシブル無線ネットワーク

フレキシブル無線ネットワークとは，使用者免許が不要な小電力無線機を使った無線ネットワーク製品である。対向通信での距離は，障害物のない状態で数百 m 程度であり，無線部の伝送レートは 256 k ビット/秒あるいは 2 M ビット/秒である。

図２にフレキシブル無線ネットワークの構成を示す。

フレキシブル無線ネットワークでは，**図２**のように施設内に無線機を分散配置する構成をとる。それぞれの無線機は，直接通信が可能なルートを他の無線機との間に持っており，全体がメッシュ状のネットワークになっている。ネットワークを構成する無線機はすべて固有のアドレス（以下，無線機 ID と称する）を持っている。データ送信先の無線機 ID を指定すれば，途中の無線機を中継しながら任意の端末へデータ転送を行うことができる。

フレキシブル無線ネットワークを構成する無線機は，無線機本体に接続状況やネットワーク構成を自動的に調査する機能を持っており，データ転送の際に，調査した情報を基に中継先を決定し転送する。また，通信障害が発生したときに別の中継先を選択して転送する機能を持っている。メッシュ状に張り巡らされたネットワーク上で，通信時に有効なルートを使ってデータを転送するため，ルートの一部が2章で述べた原因により不通になるようなことがあってもデータを転送することができる。信頼性の高いデータ通信が可能であることが，最大の特長になっている。

フレキシブル無線ネットワークは，無線機間の中継によってエリアをカバーする方式であるため，Ethernet〈注〉などの有線工事を一切必要としない。そのため，無線機を追加設置するだけで，ネットワークのカバーエリアの拡張が可能であるなどの特長も併せ持っている。

3.2　フレキシブル無線ネットワークのエンジニアリングツール

以上の特長により，フレキシブル無線ネットワークは比較的設置が容易な設計になっている。しかし，設置時に十分な通信ルートを確保できないと，効果を発揮することができない。そのために今回フレキシブル無線ネットワークの設置と保守を行うためにエンジニアリングツールを開発した。エンジニアリングツールはパーソナルコンピュータ（パソコン）上で動作するソフトウェアで，RS-232C インタフェースでパソコンと無線機を接続して使用する。

フレキシブル無線ネットワークの計画，設置，保守の方法とエンジニアリングツールの使用方法を紹介する。

3.3　設置計画

フレキシブル無線ネットワークの設置計画について述べる。

(1)　エンジニアリングツール上で端末装置，センター装置の位置を定義する。

まずフレキシブル無線ネットワークを設置する施設の配置図を入手し，イメージスキャナなどを使ってデータ化しエンジニアリングツールに読み込む。配置図を入手する代わりに，市販の描画ツールを使って図面を作成してもよい。エンジニアリングツールの無線機定義機能を使って取り込んだ配置図上に，端末装置，センター装置などの設置位置を定義していく。

(2)　(1)の結果に通信路を定義し，中継用無線機の数と設置位置を検討する。

通信路は直接通信が可能と思われるルートを通信路定義機能によって定義する。直接通信が可能かどうかは，以下のような基準に基づいて判断する。

①　屋外伝搬の場合は，互いの無線機が直接見通せ，無線機間の距離が一定距離以下である。

②　屋内伝搬の場合は，互いの無線機が同一フロアにある。また，異なるフロアにある場合は，双方の無線機がエレベータ，階段，窓の近傍にある。

これらを考慮しながらすべての通信路を定義する。ネットワークが構成されるためには，結果が次の条件を満たしている必要がある。任意の無線機間が一筆書きで接続可能であり，なおかつ通信路のいずれかが外的要因によって消失した場合にも，同様に任意の無線機間を一筆書きで接続可能である。この条件が満たされない場合は，条件が満たされるように中継用無線機の設置位置を検討し，同様に通信路を定義する。

エンジニアリングツールに配置図を取り込み，無線機と通信路を定義した例を**図３**に示す。

図３では，□が端末装置，センター装置の無線機，○が中継用無線機を，無線機間を接続する線が通信路を示している。

(3)　(2)で定義した通信路を現場の調査によって確認する。

現場に調査用の無線機を持ち込んで，２点間の通信状態を測定する。通信状態は，テストデータパケットを交換し，正常に通信が行われたパケットの個数によって判定する。測定は調査用の無線機の一方にエンジニアリングツールを接続することによって行う。

〈注〉Ethernet ：米国 Xerox Corp. の登録商標

図３　エンジニアリングツールで無線機を定義した例

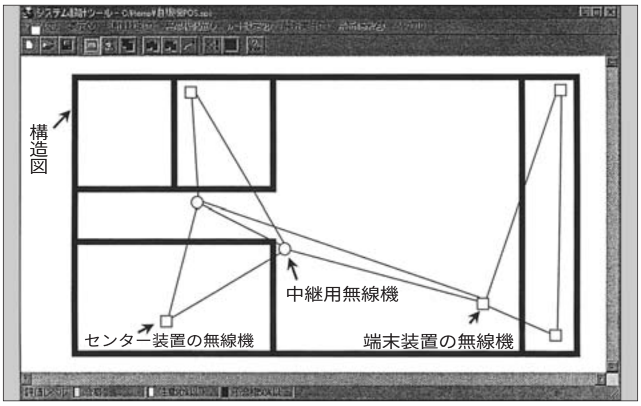


図４　エンジニアリングツールの通信路診断画面

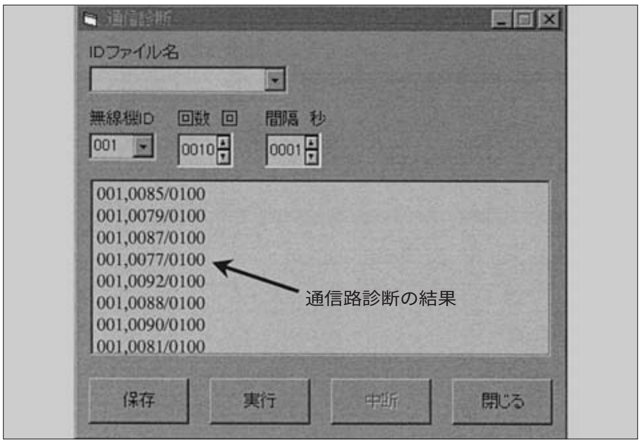
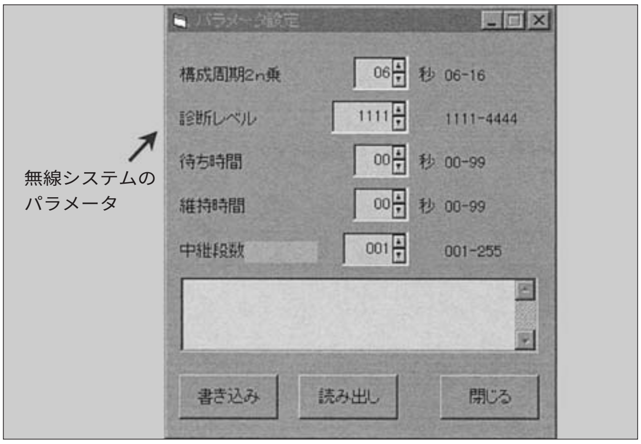


図５　エンジニアリングツールのパラメータ設定画面



通信状態を測定する画面を**図４**に示す。

図４では無線機 001 との間で通信路を測定した結果を示している。0085/0100 は 100 個のデータパケットのうち正常に受信したパケット数が85であったことを示している。この結果が一定の確率以上である場合，想定した通信路を有効と判断する。想定した通信路が無効である場合や，通信路の状況によって⑵で示したフレキシブル無線ネットワークの構成条件を満足しなくなった場合は，条件を満足するように中継用無線機の設置を検討する。

図６　エンジニアリングツールの ID 設定画面

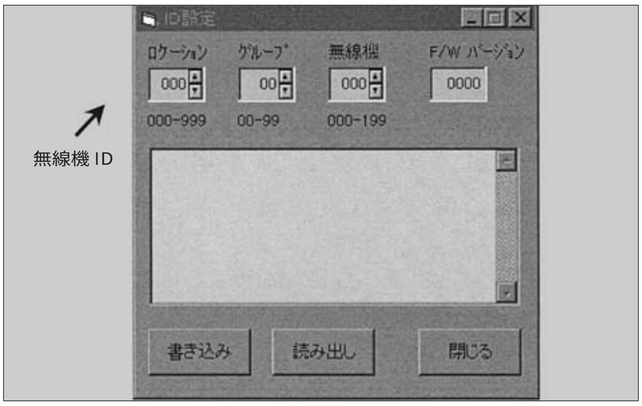


図７　エンジニアリングツールの構成読出し画面

3.4　現地調整

以下に，設置時の作業について述べる。

⑴　設置計画のとおり無線機を設置する。

設置の際に，各無線機にエンジニアリングツールを接続し必要な情報を設定する。設定する内容は通信やシステム規模にかかわる各種パラメータと各無線機に割り振られる固有の ID からなる。

図５にパラメータの設定画面，**図６**に ID の設定画面を示す。

⑵　フレキシブル無線ネットワークの全体設置後，ネットワーク構成とシステムの余裕度を調査する。

エンジニアリングツールを任意の無線機に接続し，ネットワーク構成を読み出す。**図７**に読み出したネットワーク構成の例を示す。

ID 欄が対象の無線機 ID であり，段数 1 の接続端末が対象とする無線機が直接通信できる通信路を持っている無線機の ID を表している。この情報を**3.3**節の⑶で作成した画面に取り込むことによって，想定した通信路の代わりに，実際の通信路を表示することができる。表示した例を**図８**に示す。実際の通信路は，想定していなかったものもあるため増えている場合がある。しかし場合によっては，想定した通信路が実際には存在しない場合も考えられる。そのような場合でも，先に述べたネットワークの構成条件は満たしている必要がある。条件を満たさない場合は，中継用

図８　エンジニアリングツールで実際の通信路を表示した例

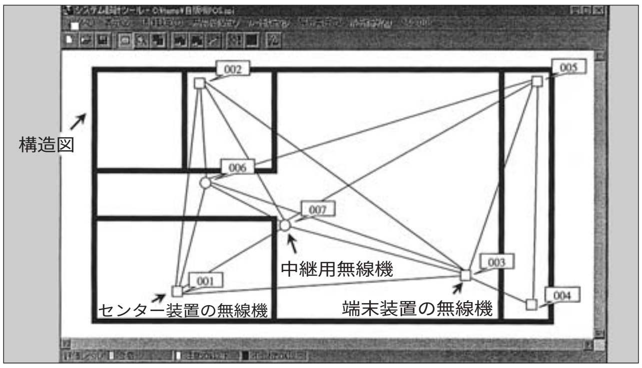
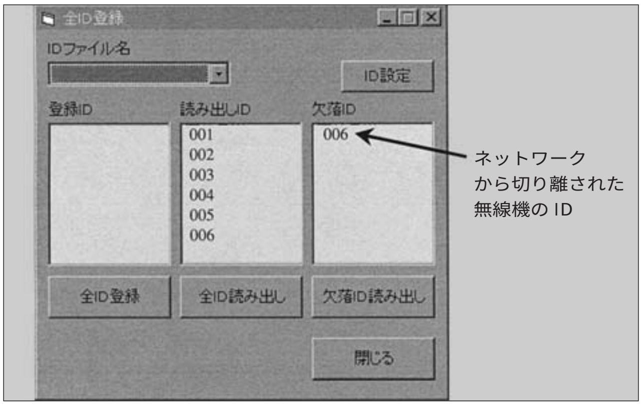


図９　エンジニアリングツールで欠落無線機 ID を表示した例



無線機の追加を検討する。

図８において，通信路が消失してもネットワークの構成条件を満足するような通信路が多ければ多いほど無線ネットワークは余裕度が高いと判断できる。

3.5　トラブルシューティング

以上のような設置を行ったにもかかわらず運用開始後，フレキシブル無線ネットワークに障害が発生し，端末との通信が不通になった場合の保守作業について述べる。

(1)　障害のある無線機を特定する。

フレキシブル無線ネットワークの無線機は，ネットワークから切り離された無線機を検出する機能を有している。あらかじめ無線機に無線ネットワークを構成するすべての無線機の ID を登録しておく。障害が発生したときにエンジニアリングツールを任意の無線機に接続し，ネットワークから切り離された無線機の ID を読み出すことができる。**図９**に切り離された無線機の ID を読み出した画面の例を示す。

表示された無線機 ID が，ネットワークから切り離されていることを表している。

(2)　障害の原因が無線機の故障か回線の故障かを切り分けて対策する。

障害の原因が無線機の故障か回線の故障かは，調査用の無線機を切り離された無線機の近傍に設置し**3.3**節の(3)で行った通信路診断を行うことによって判断する。切り離された無線機から応答がない場合は無線機の故障，応答があった場合は回線の故障と判断する。

無線機故障の場合は無線機を交換する。回線故障の場合は中継用無線機の追加を検討する。

4　あとがき

以上，フレキシブル無線ネットワークの設置計画と現地調整，トラブルシューティングの方法，それらを容易に行うために開発したエンジニアリングツールについて紹介した。

今後は，エンジニアリングツールを活用し，広くフレキシブル無線ネットワークを適用していく予定である。また，フレキシブル無線ネットワークとエンジニアリングツールをさらに改良し，扱いやすいものにしていく所存である。

最後に本システムの開発および適用に際し，終始ご支援，ご協力をいただいた関係各位に対し謝意を表す次第である。

参考文献

(1)　杉野一彦・畠内孝明：SS 無線応用自動販売機情報収集システム，富士時報，Vol.72，No.8，p.446-449（1999）

(2)　畠内孝明：フレキシブル無線ネットワークとその応用，計測技術，Vol.27，No.11，p.11-16（1999）

最近登録になった富士出願

〔特　　許〕

登録番号	名　　称	発明者
2921034	系統故障区間判定装置	新村　隆英
2921137	絶縁膜の形成方法	佐々木光夫
2921179	フリップチップの実装方法	天野　　彰
2921211	自動販売機の商品見本保持装置	森　　幸二
2921220	逆スターリングサイクル冷凍機	大嶋　恵司
2921228	プログラマブルコントローラ	八ツ田　豊 福井　行夫
2921231	プログラマブルコントローラ	八ツ田　豊 斉藤　　豊
2921238	超音波診断装置	安井　哲夫
2921259	多分岐命令の処理方式	佐藤　和彦
2922048	鋼帯の溶接部の後熱処理方法及び加熱装置	松本　　巖 川西　清和 岡山　　栄
2923918	トレースデータの検索方式	永塚　一人 安西　文彦
2923993	電動機の制御装置	大内　茂人
2924009	燃料電池の発電停止方法	瀬谷　彰利 氏家　　孝
2924200	ねじり振動子およびその応用素子	中川　　亘 鶴岡　亨彦
2924238	真空蒸着装置	矢萩　秀隆
2924260	カップ式自動販売機	西脇　正剛
2924274	円板巻線の製造方法	伊藤　政芳 鎌滝　健二
2924300	回転電機の回転軸接地装置	阿久津信雄
2924328	タービンのシミュレーション装置	岸　　郁朗 西本　晴保 土信田徹也 山本　隆夫 霜田　和彦
2924332	配電盤の換気扇	日高　俊義
2924378	送風機のフランジ付きケーシング	金城　末男
2924390	自動販売機の冷却加熱制御装置	森　　久直
2924396	自動販売機のスイッチ取付装置	萩野　憲三
2924399	自動販売機用在庫管理装置	田中　幸博
2924404	貨幣判別装置のモード設定方法	新妻　信行
2924454	軸受冷却水槽内の土砂堆積防止装置	吉井　　清 松木　義雄
2924459	リードフレームの予備半田付け方法	大栗　　勲
2924498	半導体装置	宮城　正英 山田　敏総
2924499	粘液用吐出装置	前田政一郎 高梨　安弘 太田　春夫
2924532	冷気循環式オープンショーケースのケース本体	山田　英司
2924545	粉体の定量吐出装置	津田喜一郎 一石　健三 高木　利夫
2924604	記憶装置	松崎　一夫 酒井　善行 浦野　裕一 黒田　英克 天野　　彰
2924886	電子写真用感光体	富内　芳昌 笠原　正彦
2925352	表面処理廃液の処理方法および処理装置	高橋　武男 河原　裕二 横幕　博行
2925405	超電導コイル装置	今野　雅行 永友　寿美 伊藤　郁夫 榊　　喜善
2925412	放射性廃液の処理方法	及川　安夫 水越　清治 大山　悦夫
2925413	放射性廃液の処理方法	及川　安夫 水越　清治 大山　悦夫
2925446	浮上溶解装置	武　　達男 藤田　　満
2925463	マルチキャリア・スペクトル拡散信号変調／復調方法およびシステム	近藤　史郎
2925879	微小物体の検出方法	大戸時喜雄 財津　靖史 守本　正範
2925957	光電変換モジュールおよびその接続方法	吉田　　隆
2925991	電気機器用回転子	芝野　　修
2926872	インバータ制御回路	山田　隆二 清水　敏久 黒木　一男 篠原　潤一
2926933	電圧形インバータの出力短絡保護方法	笹川　清明 三木　広志
2926962	MIS 型電界効果トランジスタを有する半導体装置	藤本　卓巳
2926969	MIS 型電界効果トランジスタを有する半導体装置	藤本　卓巳 斉藤　　実
2927038	固体レーザ装置用励起光源の保持接続装置	新藤　義彦

FUJI ELECTRIC

主要営業品目

電　機

電動機，可変速装置，誘導加熱装置，誘導炉，産業用電源装置，クリーンルームシステム，非常用電源装置，コンピュータ用電源装置，船用電気品，車両用電気品，変圧器，遮断器，ガス絶縁開閉装置，電力変換装置，原子力機器，火力機器，水力機器，発電機，新エネルギー発電システム，発電設備用保護・監視・制御装置，発電設備用コンピュータ制御装置，誘導電動機，ギヤードモータ，ブレーキモータ，ファン，ポンプ，ブロワ，電磁開閉器，操作・表示機器，制御リレー，タイマ，ガス関連機器，配線用遮断器，漏電遮断器，限流ヒューズ，高圧受配電機器，汎用モールド変圧器，電力制御機器，交流電力調整器，近接スイッチ，光応用センサ，プログラマブルコントローラ，プログラマブル操作表示器，多重伝送システム，汎用インバータ，サーボシステム，加熱用インバータ，可変速電動機

制御・情報・電子デバイス

コンピュータ制御装置，運転訓練・系統解析シミュレータ，電力量計，放射線モニタリングシステム，保護・監視・制御装置，マイクロコントローラ，水処理装置，水質計測制御装置，遠隔制御装置，オゾン処理システム，電気集じん機，計測情報通信制御システム，レーザ応用装置，画像処理応用装置，工業計測機器，放射線計測機器，磁気記録媒体，複写機・プリンタ用感光体，パワートランジスタ，パワーモジュール，スマートパワーデバイス，整流ダイオード，モノリシック IC，ハイブリッド IC，半導体センサ，サージアブソーバ

業務用民生機器ほか

自動販売機，コインメカニズム，紙幣識別装置，貨幣処理システム，飲料ディスペンサ，自動給茶機，冷凍冷蔵ショーケース，ホテルベンダシステム，カードシステム

富士時報	第 72 巻　第 9 号	平成 11 年 8 月 30 日　印刷 平成 11 年 9 月 10 日　発行 定価 525 円（本体 500 円・送料別）
編集兼発行人	谷　恭　夫	
発行所	富士電機株式会社 技術企画室	〒141-0032 東京都品川区大崎一丁目 11 番 2 号 （ゲートシティ大崎イーストタワー）
編集室	富士電機情報サービス株式会社内 「富士時報」編集室	〒151-0053 東京都渋谷区代々木四丁目 30 番 3 号 （新宿コヤマビル） 電話（03）5388－7826 FAX（03）5388－7369
印刷所	富士電機情報サービス株式会社	〒151-0053 東京都渋谷区代々木四丁目 30 番 3 号 （新宿コヤマビル） 電話（03）5388－8241
発売元	株式会社オーム社	〒101-8460 東京都千代田区神田錦町三丁目 1 番地 電話（03）3233－0641 振替口座　東京 6－20018

© 1999 Fuji Electric Co., Ltd., Printed in Japan（禁無断転載）

富士時報論文抄録

計測・制御・情報システムの動向と展望

福本　武也　　　　白川　順一
富士時報　Vol.72 No.9 p.473-475（1999）

現場から経営までの高度情報化を支えるのがオープン化であり，DCS（Distributed Control System）の制御ネットワークにもEthernetが適用されるようになった。また，フィールドバスの採用によりオープンなマルチベンダシステムが構築できる。これら情報通信技術に制御技術を加えて，企業が直面する課題にソリューションを提供する。計測機器分野でも性能・機能の向上が図られており，マルチループ調節計，小形ダイオキシン対策分析計などを商品化した。

オープン統合化分散監視制御システム

赤松　和彦　　　　森　　孝一　　　　園村　泰彦
富士時報　Vol.72 No.9 p.476-481（1999）

監視制御システムは，「オープン化」が潮流の一つである。本稿では，オープン化の課題と，将来の情報制御システムの方向について述べる。そのなかで，富士電機の今までのオープン化への取組みを紹介し，制御の要（かなめ）であるコントローラは信頼性で実績のある自社製を継承しつつ，HCI（Human Communication Interface），サーバおよびLAN（情報・制御・I/O）と広範囲にわたってオープン化へ進化した革新システム（MICREX-AX）を紹介する。

分散形制御システム「MICREX」におけるRビジネスの展開

早川　広明　　　　後藤　将直　　　　野坂　　聡
富士時報　Vol.72 No.9 p.482-484（1999）

MICREX-PⅡが発売以来15年，MICREX-PⅢが11年を経過したいま，それらのシステムのリプレース時期に入っている。本年発売した新しいMICREX-AXシステムは，既存のプラント設備を運用しつつ，段階的に新しい設備に切り替えていく部分リプレースが行えるシステムとして，MICREX-PⅡ，PⅢシステムとの新旧混在を可能とした。本稿では，MICREX-AXシステムとMICREX-PⅡ，PⅢシステムとの混在システムによる部分リプレースの手順について述べる。

光フィールドバスシステム「FFX」の展開と適用

松平　竹央
富士時報　Vol.72 No.9 p.485-489（1999）

次世代のプラント計装制御・情報通信システムのインフラストラクチャとして期待されるフィールドバスが実用化の段階を迎えるなか，富士電機は世界に先駆けて光フィールドバスシステムの発売を開始した。本稿では富士電機の光フィールドバス製品，適用事例などを紹介する。

新形マルチループプロセスコントローラ

松尾　直之
富士時報　Vol.72 No.9 p.490-493（1999）

新形マルチループコントローラ（CC-M）を開発した。CC-Mは，従来のシングルループ制御から中小規模制御システムまで幅広い制御システムに適用できるプロセス調節計である。その特徴としてマルチループ対応（4ループ＋8PID）・ソフトウェアPLC対応・汎用PIO機能を兼ね備えている。また，付加機能としてトレンド記録機能など，従来の調節計以外のペーパーレス記録計としての機能も実現している。

大気汚染監視用小形赤外線ガス分析装置

杉本　啓介　　　　宇野　正裕
富士時報　Vol.72 No.9 p.494-497（1999）

小形で省設置スペースの煙道排ガス用5成分（NO_x，SO_2，CO，CO_2，O_2）分析装置および廃棄物焼却炉のダイオキシン対策用CO，O_2分析装置を開発した。分析部，サンプリング部などをモジュール化し，19インチラックに収納している。測定原理は赤外線式とジルコニア式（O_2）でNO_x，SO_2の最小測定レンジは0～100ppmである。表示には大形のLCDを採用し，対話式で簡単に操作できる。計量法の形式承認を取得済みである。

食品製造業ソリューション

戸田　高道　　　　石見　直俊
富士時報　Vol.72 No.9 p.498-502（1999）

食品製造業では，品質管理の向上，安定操業の維持に向けて，製造・操業管理部門はもとより，品質管理部門，設計・生産技術部門，保全部門も含めたトータルでの課題の解決が必要となっている。本稿では食品製造業での品質レベルの向上，トレーサビリティの確保，製造活動の安定化を実現するためのソリューションとして，HACCP支援ソリューション，品質管理ソリューション，保全管理ソリューションを紹介する。

省エネルギーソリューション

安東　伸彦　　　　福田　英治　　　　窪田　新一
富士時報　Vol.72 No.9 p.503-507（1999）

COP3で温暖化ガスの厳しい削減率が決定したことから，今後さらにエネルギー消費の削減を推進することが重要である。また，取得が急増しているISO14001対応や改正省エネルギー法の規則に対する取組みのなかでいろいろな創意・工夫が必要になっている。特に，改正省エネルギー法では従来に比べ，相当具体的な事例や機器・システム名まで記載しているところに「省エネルギーに対する義務・罰則の強化と実績を上げる決意」が読み取れる。このような背景から富士電機では省エネルギーエンジニアリングを展開しているので，その概要について紹介する。

Abstracts (Fuji Electric Journal)

Advanced Open Process Automation Systems

Kazuhiko Akamatsu　Koichi Mori　Yasuhiko Sonomura

Fuji Electric Journal Vol.72 No.9 p.476−481 (1999)

The stream of monitoring and control systems is toward open systems. This paper describes the problems of open systems and the future course of information and control systems. It refers to Fuji Electric's achievements for open systems and the innovative system MICREX−AX. This system has taken over our own reliable controller that had given satisfactory results as the key component of control and has spread open systems over human communication interfaces, servers, and local area networks (information, control, I/O).

Trends of Instrumentation and Control Systems

Takeya Fukumoto　Junichi Shirakawa

Fuji Electric Journal Vol.72 No.9 p.473−475 (1999)

Open systems support high-level data transmission from the field to the management. Ethernet has come into use in the control network of distributed control systems. Open multi-vendor systems can be built with fieldbuses. The addition of control technology to these data transmission technologies can offer solutions to problems that enterprises are confronted with. Also in the field of measuring instruments, performances and functions have been improved; for example, multi-loop controllers and small-size analyzers for dioxin check have been marketed.

Development of the Fiber-Optic Fieldbus System FFX and its Applications

Takeo Matsudaira

Fuji Electric Journal Vol.72 No.9 p.485−489 (1999)

The fieldbus expected to be an infrastructure of next-generation plant instrumentation and communication systems is now at the stage of practical use. Fuji Electric first in the world has started selling fiber-optic fieldbus systems. This paper describes Fuji Electric's fiber-optic fieldbus products and application examples.

Composite System with the Advanced Open Process Automation System MICREX−AX

Hiroaki Hayakawa　Masanao Goto　Satoshi Nosaka

Fuji Electric Journal Vol.72 No.9 p.482−484 (1999)

It is 15 years since the sale of MICREX−PⅡ, and 11 years since that of MICREX−PⅢ, and these systems are at the stage of replacement. Aiming at partial replacement of equipment with new one by stages while the existing plant is kept in operation, the new system MICREX−AX marketed in this year has been designed compatible with old systems MICREX−PⅡ and PⅢ. This paper describes the procedure of partial replacement using the AX system mingled with PⅡ and PⅢ systems.

Compact Infrared Gas Analyzers for Stack Gas

Keisuke Sugimoto　Masahiro Uno

Fuji Electric Journal Vol.72 No.9 p.494−497 (1999)

Fuji Electric has developed compact gas analyzers, one for measuring 5 components (NO_x, SO_2, CO, CO_2, and O_2) in stack gas and the other for 2 components (CO and CO_2) to check for dioxin from incinerators. The sensor, sampling and other units of both analyzers are modularized and contained in a 19-inch rack. The measuring principle uses an infrared method and a zirconia (O_2) method. The minimum range of NO_x and SO_2 measurement is 0 to 100 ppm. The large liquid crystal display in a conversational mode is easy to handle. Both analyzers have passed the type examination by Japan Quality Assurance Organization.

New Multi-Loop Process Controller

Naoyuki Matsuo

Fuji Electric Journal Vol.72 No.9 p.490−493 (1999)

Fuji Electric has developed the new multi-loop controller CC−M. The CC−M is process controllers applicable to a wide range of conventional single-loop control to small and medium-scale control systems. It is characterized by the function of compatibility with multi-loop (4-loop and 8-PID) systems, software PLCs (programmable logic controllers), and open PIOs (process I/Os). The additional function of trend recording, a paper-less recorder function unavailable from conventional controllers, has been realized.

Solution for Saving Energy

Nobuhiko Ando　Eiji Fukuda　Shinichi Kubota

Fuji Electric Journal Vol.72 No.9 p.503−507 (1999)

The third conference of parties to the UN convention on climate change (COP3) decided the strict reduction ratio of CO_2 gas, and therefore, further efforts to reduce energy consumption must be made. Also, various original ideas and inventive activities are required to meet ISO14001 rapidly becoming popular and the regulations of the amendment to the Energy Saving Act. Especially, the amendment stipulates concrete examples, devices and systems unlike the former. This suggests a policy to tighten liability and penal regulations for reduction in energy consumption and bring actual results. This paper outlines energy saving engineering which Fuji Electric is now promoting under these circumstances.

Solutions for the Food Processing Industry

Takamichi Toda　Naotoshi Iwami

Fuji Electric Journal Vol.72 No.9 p.498−502 (1999)

To improve quality control and maintain stable operation, the food processing industry requires problem solutions in total, including not only processing and operation control divisions but also quality control, design and production technology, and maintenance divisions. This paper describes solutions for HACCP (hazard analysis critical control point) support, quality control, and maintenance, in order to improve the quality level, ensure traceability, and realize stable processing operations.

バッチプラントの情報制御システム

菅沼　利昭　　　御厨　隆

富士時報　Vol.72 No.9 p.508-511（1999）

バッチプラントを扱う化学工業分野ではバブル経済崩壊後，品質の高度化，安定化の要求は厳しくなる一方である。このような状況のなかで自動化，合理化だけでなく，変種変量生産，短納期化，高品質化などの市場ニーズの多様化に対応した情報制御システムが要求されている。本稿ではこのような環境下で必要とされるシステムとして，オープン統合化制御システム FOCUS，フレキシブル銘柄管理システム FLEX-BATCH を中心とした情報制御システムを紹介する。

ごみ焼却処理・リサイクルシステム

中谷　一彦

富士時報　Vol.72 No.9 p.512-515（1999）

最新のごみ焼却監視制御システム，プラント訓練シミュレータ，リサイクルシステムについて紹介する。ごみ焼却監視制御システムは，MICREX-AX を使用した電気・計装・コンピュータ統合化システムで，複合化した工場を効率よく安全に運転・管理を行っている。プラント訓練シミューレータは，実際の重大異常発生や非定常プラント運転が擬似体験できる。リサイクルに関しては，ごみ資源化設備と容器回収システムについて紹介する。

都市ガス業界向け防災・供給管理システム

中川　昌文　　　城川　誠

富士時報　Vol.72 No.9 p.516-520（1999）

都市ガス業界では，安全かつ安定なガスの供給を行うために，熱量変更事業や防災（特に地震）対策を行ってきている。富士電機は，防災と安定供給を実現させるべく「防災・供給管理システム」を製品化している。本システムは，供給管理系と防災系の二つの機能に大別され，管理ポイントの大小により小規模版システムと大規模版システムを選定することができる。また，多種の通信方法を保持し，専用回線64回線を自在に切り換えることのできるマルチプレクサを使用しているのも特長である。

フレキシブル無線ネットワークとエンジニアリングツール

畠内　孝明　　　近藤　史郎

富士時報　Vol.72 No.9 p.521-524（1999）

複数台の無線機を設置していくだけで，そのエリアに無線ネットワークが構築できる無線機を開発した。本無線ネットワークはスキー場無線オンラインシステム，自動販売機 POS システムに適用し稼動中である。また，省エネルギー関連製品の一つであるエネルギー計測システムの通信手段に適用する予定である。本稿では，無線システムの本来持っている問題点を明確にし，無線ネットワークの設置計画，現地調整，保守の方法と，効果的に行うために今回開発したエンジリアリングツールの使用方法について紹介する。

Incinerator Monitoring and Control System, Plant Operation Training Simulator and Recycling Systems

Kazuhiko Nakaya
Fuji Electric Journal Vol.72 No.9 p.512−515 (1999)

The latest incinerator monitoring and control system, which integrates electric control, instrumentation, and computers with MICREX−AX, has efficiently and safely carried out the operation and management of a complex plant. The plant operation training simulator enables trainees to gain similar experiences on actual serious abnormalities and unstable plant operations by means of virtual reality. With regard to recycling, a recycling facility of waste into resources and a container collection system are described.

Information and Control Systems for Batch Plants

Toshiaki Suganuma Takashi Mikuriya
Fuji Electric Journal Vol.72 No.9 p.508−511 (1999)

In the chemical industry that operates batch plants, requirements for higher and stabler quality have become severer since the bubble economy collapsed. Under these circumstances, information and control systems have to meet not only automation and rationalization but also diversified market needs such as multi-kind and variable-quantity production, short time limits of delivery, and higher quality. This paper describes information and control systems, focusing on the open control system FOCUS and the flexible brand management system FLEX−BATCH as examples of systems required in such a environment.

Flexible Radio Networks and Engineering Tool

Takaaki Hatauchi Shiro Kondo
Fuji Electric Journal Vol.72 No.9 p.521−524 (1999)

Fuji Electric has developed a radio apparatus, with which a radio network can be built on a area only by installing two or more units of this apparatus there. This radio network has been applied and is operating in the on-line system of skiing grounds and in the point-of-sales system of vending machines. It will also be applied to the communicating method of the energy measuring system related to energy saving. This paper clarifies the intrinsic problems of radio systems and describes the installation plan, adjustment on site, and maintenance method of the radio network, as well as the usage of a newly developed engineering tool for effectively building a radio network.

Disaster-Prevention Town Gas Supply Management System

Masafumi Nakagawa Makoto Shirokawa
Fuji Electric Journal Vol.72 No.9 p.516−520 (1999)

To maintain safe and stable gas supply, the town gas industry has changed the calorific value and taken measures against disasters (particularly against earthquakes). To realize disaster prevention and stable supply, Fuji Electric has marketed a disaster-prevention gas supply management system. This system roughly has two functions of supply management and disaster prevention, and either a small-scale or a large-scale system can be selected according to management scales. Another advantage is that the system holds many kinds of communications and uses a multiplexer capable of free selection from personal 64 circuits.

富士電機株式会社

本社事務所	☎(03)5435-7111	〒141-0032	東京都品川区大崎一丁目11番2号（ゲートシティ大崎イーストタワー）
北海道支社	☎(011)261-7231	〒060-0042	札幌市中央区大通西四丁目1番地（道銀ビル）
東北支社	☎(022)225-5351	〒980-0811	仙台市青葉区一番町一丁目2番25号（仙台NSビル）
北陸支社	☎(0764)41-1231	〒930-0004	富山市桜橋通3番1号（富山電気ビル）
中部支社	☎(052)204-0290	〒460-0003	名古屋市中区錦一丁目19番24号（名古屋第一ビル）
関西支社	☎(06)6455-3800	〒553-0002	大阪市福島区鷺洲一丁目11番19号（富士電機大阪ビル）
中国支社	☎(082)247-4231	〒730-0021	広島市中区胡町4番21号（朝日生命広島胡町ビル）
四国支社	☎(087)851-9101	〒760-0017	高松市番町一丁目6番8号（高松興銀ビル）
九州支社	☎(092)731-7111	〒810-0001	福岡市中央区天神二丁目12番1号（天神ビル）
北関東支店	☎(0485)26-2200	〒360-0037	熊谷市筑波一丁目195番地（能見ビル）
首都圏北部支店	☎(048)657-1231	〒330-0802	大宮市宮町一丁目38番1号（野村不動産大宮共同ビル）
首都圏東部支店	☎(043)223-0701	〒260-0015	千葉市中央区富士見二丁目15番11号（日本生命千葉富士見ビル）
神奈川支店	☎(045)325-5611	〒220-0004	横浜市西区北幸二丁目8番4号（横浜西口KNビル）
新潟支店	☎(025)284-5314	〒950-0965	新潟市新光町16番地4（荏原新潟ビル）
長野システム支店	☎(026)228-6731	〒380-0836	長野市南県町1002番地（陽光エースビル）
長野支店	☎(0263)36-6740	〒390-0811	松本市中央四丁目5番35号（長野県鋳物会館）
東愛知支店	☎(0566)24-4031	〒448-0857	刈谷市大手町二丁目15番地（センターヒルOTE21）
兵庫支店	☎(078)325-8185	〒650-0033	神戸市中央区江戸町95番地（リクルート神戸ビル）
岡山支店	☎(086)227-7500	〒700-0826	岡山市磨屋町3番10号（住友生命岡山ニューシティビル）
山口支店	☎(0836)21-3177	〒755-8577	宇部市相生町8番1号（宇部興産ビル）
松山支店	☎(089)933-9100	〒790-0878	松山市勝山町一丁目19番地3（青木第一ビル）
道北営業所	☎(0166)68-2166	〒078-8308	旭川市旭神町1番1359（旭川リサーチパーク内）
北見営業所	☎(0157)22-5225	〒090-0831	北見市西富町163番地30
釧路営業所	☎(0154)22-4295	〒085-0032	釧路市新栄町8番13号
道東営業所	☎(0155)24-2416	〒080-0803	帯広市東三条南十丁目15番地
道南営業所	☎(0138)26-2366	〒040-0061	函館市海岸町5番18号
青森営業所	☎(0177)77-7802	〒030-0861	青森市長島二丁目25番3号（ニッセイ青森センタービル）
盛岡営業所	☎(019)654-1741	〒020-0034	盛岡市盛岡駅前通16番21号（住友生命盛岡駅前ビル）
秋田営業所	☎(0188)24-3401	〒010-0962	秋田市八橋大畑一丁目5番16号
山形営業所	☎(023)641-2371	〒990-0057	山形市宮町一丁目10番12号
福島営業所	☎(0249)32-0879	〒963-8004	郡山市中町1番22号（郡山大同生命ビル）
水戸営業所	☎(029)231-3571	〒310-0805	水戸市中央二丁目8番8号（櫻井第2ビル）
茨城営業所	☎(029)266-2945	〒311-1307	茨城県東茨城郡大洗町桜道304番地（茨交大洗駅前ビル）
金沢営業所	☎(076)221-9228	〒920-0031	金沢市広岡一丁目１番18号（伊藤忠金沢ビル）
福井営業所	☎(0776)21-0605	〒910-0005	福井市大手二丁目7番15号（安田生命福井ビル）
山梨営業所	☎(0552)22-4421	〒400-0858	甲府市相生一丁目1番21号（清田ビル）
松本営業所	☎(0263)33-9141	〒390-0811	松本市中央四丁目5番35号（長野県鋳物会館）
岐阜営業所	☎(058)251-7110	〒500-8868	岐阜市光明町三丁目1番地（太陽ビル）
静岡営業所	☎(054)251-9532	〒420-0053	静岡市弥勒二丁目5番28号（静岡荏原ビル）
浜松営業所	☎(053)458-0380	〒430-0945	浜松市池町116番地13（山崎電機ビル）
和歌山営業所	☎(0734)32-5433	〒640-8052	和歌山市鷺の森堂前丁17番地
山陰営業所	☎(0852)21-9666	〒690-0007	松江市御手船場町549番地1号（安田火災松江ビル）
徳島営業所	☎(0886)55-3533	〒770-0832	徳島市寺島本町東二丁目5番地1（元木ビル）
高知営業所	☎(0888)24-8122	〒780-0870	高知市本町四丁目1番16号（高知電気ビル）
小倉営業所	☎(093)521-8084	〒802-0014	北九州市小倉北区砂津二丁目１番40号（富士電機小倉ビル）
長崎営業所	☎(095)827-4657	〒850-0037	長崎市金屋町7番12号
熊本営業所	☎(096)387-7351	〒862-0954	熊本市神水一丁目24番１号（城見ビル）
南九州営業所	☎(099)224-8522	〒892-0846	鹿児島市加治屋町12番7号（日本生命鹿児島加治屋町ビル）
沖縄営業所	☎(098)862-8625	〒900-0005	那覇市天久1131番地11（ダイオキビル）
エネルギー製作所	☎(044)333-7111	〒210-8530	川崎市川崎区田辺新田1番1号
変電システム製作所	☎(0436)42-8111	〒290-8511	市原市八幡海岸通７番地
東京システム製作所	☎(042)583-6111	〒191-8502	日野市富士町1番地
神戸工場	☎(078)991-2111	〒651-2271	神戸市西区高塚台四丁目1番地の1
鈴鹿工場	☎(0593)83-8100	〒513-8633	鈴鹿市南玉垣町5520番地
回転機工場	☎(0593)83-8100	〒513-8633	鈴鹿市南玉垣町5520番地
松本工場	☎(0263)25-7111	〒390-0821	松本市筑摩四丁目18番1号
山梨工場	☎(0552)85-6111	〒400-0222	山梨県中巨摩郡白根町飯野221番地の1
吹上工場	☎(0485)48-1111	〒369-0192	埼玉県北足立郡吹上町南一丁目5番45号
大田原工場	☎(0287)22-7111	〒324-8510	大田原市中田原1043番地
三重工場	☎(0593)30-1511	〒510-8631	四日市市富士町1番27号
(株)富士電機総合研究所	☎(0468)56-1191	〒240-0194	横須賀市長坂二丁目2番1号
(株)ＦＦＣ	☎(03)5351-0200	〒151-0053	東京都渋谷区代々木四丁目30番3号（新宿コヤマビル）

昭和 40 年 6 月 3 日　第三種郵便物認可　平成 11 年 9 月 10 日発行（毎月 1 回 10 日発行）富士時報　第 72 巻　第 9 号（通巻第 774 号）

富士電機